



**INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO**

**Romana Isabel Araújo Rodrigues**

# **ESTUDO DE INDICADORES DE QUALIDADE DA CARNE E DO PRESUNTO DO PORCO BÍSARO**

**Nome do Curso de Mestrado**

**Mestrado de Zootecnia**

**Trabalho efetuado sob a orientação de**

**Professora Doutora Preciosa de Jesus da Costa Pires**

**Professor Doutor José Pedro Pinto de Araújo**

**Dezembro de 2019**

*Declaro ser autora deste trabalho,  
autores e trabalhos consultados  
encontram-se devidamente citados no  
corpo do texto e nas referências bibliográficas.*

## AGRADECIMENTOS

Concluído este trabalho, gostaria de exprimir o meu mais sincero apreço a todos os que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

À Professora Doutora Preciosa Pires e ao Professor Doutor José Pedro Araújo pelos ensinamentos, apoio, disponibilidade, motivação e dedicação: o meu obrigada do fundo do coração.

À Doutora Élia Fernandes e à Luísa Imperadeiro, obrigada pela força, preocupação e apoio: obrigada por tudo o que fizeram por mim ao longo desta caminhada.

À Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, por me ter proporcionados os melhores anos da minha vida académica – a todos os docentes e funcionários agradeço a integração e disponibilidade constantes. À Escola Superior de Tecnologia e Gestão, obrigada por me acolherem ao longo destes 2 anos.

Ao Senhor Carlos Miguelote, à Dona Filomena Miguelote, e aos colegas de trabalho, obrigada por sempre me terem apoiado e ajudado na concretização deste projeto.

À minha família e ao meu namorado, obrigada pelo vosso amor incondicional, paciência e compreensão. Aos meus colegas e amigos pela amizade e incentivo.

À convenção de subvenção nº 634476 do projeto “Treasure” sob o programa Horizon 2020 da Comissão Europeia, o meu agradecimento.

Sem vós, não teria sido possível chegar até aqui.

A todos, o meu mais sincero obrigada!

*“Deus não acolhe os capacitados, capacita os escolhidos. Fazer ou não fazer algo só depende da nossa vontade e perseverança”. – Albert Einstein*

## RESUMO

As raças suínas locais foram alvo de abandono ao longo dos tempos justificado pelos menores índices produtivos e de competitividade comparativamente com os apresentados por raças melhoradas. Atualmente é reduzido o número de raças suínas locais na Europa com o fenótipo caracterizado. No âmbito do projeto europeu Horizon 2020 com o acrónimo “Treasure”, pretendeu-se caracterizar algumas das raças locais mais representativas de nove países para aumentar os conhecimentos, capacidades e competências necessárias para desenvolver fileiras de produção de suínos. Neste sentido, o presente trabalho pretendeu avaliar indicadores de qualidade físico-químicos, colorimétricos e de textura na carne, tecido adiposo e presunto de porcos da raça Bísara, sujeitos a três regimes alimentares diferentes.

Para tal, 30 animais da raça Bísara foram distribuídos em 3 lotes. Os lotes foram sujeitos ao mesmo sistema de produção semiextensivo (com cerca de 3.0 m<sup>2</sup> disponíveis por animal) e acesso ao ar livre (200 m<sup>2</sup>/animal). A produção foi dividida em duas fases, uma de crescimento com alimentação igual para todos os animais, e uma posterior, de acabamento, diferente entre lotes. Na fase de acabamento, todos os lotes tiveram acesso a concentrado comercial e farinha de milho, no entanto o lote 1 teve alimentação parcialmente substituída por germinados de cevada e o lote 2 por batata crua. O lote 3 foi alimentado unicamente com concentrado comercial e farinha de milho. O abate dos animais ocorreu com pesos vivos de 120.53±13.12 kg aos 287.86±14.97 dias de idade. Foram analisadas características relacionadas com desempenho de crescimento, composição físico-química, parâmetros colorimétricos e de textura na gordura subcutânea, *Longissimus lumborum* e *Gluteus medius*. Os presuntos foram divididos em dois grupos, um processado de forma tradicional com vinho branco, e um com processamento inovador à base de vinho tinto e reduzido teor de sal.

Na gordura subcutânea, não foram verificadas diferenças significativas entre lotes nos diversos parâmetros físico-químicos e colorimétricos avaliados. Também nos músculos *Longissimus lumborum* e *Gluteus medius* não foram evidenciadas diferenças significativas entre lotes para os parâmetros físico-químicos, colorimétricos e de textura em análise. A maioria das diferenças significativas

verificadas entre grupos ocorreram nos presuntos, com diferenças significativas ( $p < 0.01$ ) em parâmetros colorimétricos como a coordenada cromática  $a^*$ , cromaticidade  $C^*$  e ângulo de tono  $h^\circ$ . Ainda nos presuntos, ao nível da atividade da água, TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) e conteúdo de sal (NaCl), foram verificadas diferenças significativas entre grupos, com valores significativamente inferiores nos presuntos processados de forma inovadora, o que poderá representar uma alternativa à forma de produção tradicional de presuntos.

**Palavras chave:** Raça Bísara, gordura subcutânea, *Longissimus lumborum*, *Gluteus medius*, presunto.

## ABSTRACT

Local swine breeds have been abandoned over time due to the lower productive and competitiveness rates when compared to improved breeds. Currently it is reduced the number of local pig breeds in Europe with the phenotype characterized. Under the European Horizon 2020 project with the acronym “Treasure”, it is intended to characterize some of the most representative local breeds of nine countries to increase the knowledge, skills and competencies needed to develop pig production lines. In this sense, the present work aims to evaluate physicochemical, colorimetric and texture indicators in meat, adipose tissue and ham of Bísaro pigs, subjected to three different diets.

For this, 30 Bísara animals were distributed in 3 lots. The lots were subjected to the same semi-extensive production system (about 3.0 m<sup>2</sup> available per animal) and outdoor access (200 m<sup>2</sup>/animal). Production was divided into two phases, a growth phase with equal feeding for all animals, and later, a finishing phase, different between lots. In the finishing phase, all lots had access to commercial concentrate and cornmeal, however lot 1 had feed partially replaced by barley germinated seeds and lot 2 by raw potatoes. Lot 3 was only fed with commercial concentrate and cornmeal. All animals were slaughtered with live weights of 120.53±13.12 kg at 287.86±14.97 days of age. Characteristics related to growth performance, physicochemical composition, colorimetric and texture parameters in subcutaneous fat, *Longissimus lumborum* and *Gluteus medius* were analyzed. The hams were divided into two groups, one traditionally processed with white wine, and one with innovative processing based on red wine and reduced salt content.

In subcutaneous fat, there were no significant differences between lots in the different physicochemical and colorimetric parameters evaluated. Also in the *Longissimus lumborum* and *Gluteus medius* muscles, no significant differences were observed between lots for the physicochemical, colorimetric and textural parameters under analysis. Most of the significant differences found between groups occurred in the hams, with significant differences ( $p<0.01$ ) in colorimetric parameters such as chromatic coordinate  $a^*$ , chromaticity  $C^*$ , and tone angle  $h^\circ$ . Still in hams, in terms of water activity, TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) and salt content (NaCl), significant differences were found between

groups, with significantly lower values in the innovative processed hams, which may represent an alternative to the traditional form of ham production.

**Keywords:** Bísaro breed, subcutaneous fat, *Longissimus lumborum*, *Gluteus medius*, ham.



## ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Introdução .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. Revisão Bibliográfica.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2.1. Raça Bísara.....</b>   | <b>4</b>  |
| 2.1.1. Características morfológicas.....   | 4         |
| 2.1.2. Características fisiológicas .....  | 5         |
| 2.1.3. Performances de crescimento .....   | 5         |
| 2.1.4. Sistemas de produção e alimentação.....                                   | 6         |
| 2.1.5. Evolução dos efetivos.....  | 7         |
| 2.1.6. Valorização da raça.....  | 8         |
| <b>2.2. Carcaça de Porco .....</b>   | <b>9</b>  |
| 2.2.1. Lombo - <i>Longissimus lumborum</i> (LL).....                             | 11        |
| 2.2.2. Perna – Gluteus medius (GM) .....   | 11        |
| 2.2.3. Presunto .....  | 11        |
| 2.2.4. Gordura subcutânea .....  | 12        |
| <b>2.3. Avaliação da qualidade da carcaça.....</b>                               | <b>13</b> |
| <b>2.4. Fatores intrínsecos que influenciam a qualidade da carne suína .....</b> | <b>14</b> |
| 2.4.1. Influência do sexo e da castração .....                                   | 14        |
| 2.4.2. Influência da raça/genótipo.....  | 15        |
| 2.4.3. Peso à nascença .....   | 15        |
| 2.4.4. Idade ao abate do animal .....  | 15        |
| <b>2.5. Fatores extrínsecos que influenciam a qualidade da carne suína.....</b>  | <b>16</b> |
| 2.5.1. Alimentação.....  | 16        |
| 2.5.2. Maneio e bem-estar animal .....   | 17        |
| 2.5.3. Jejum.....  | 17        |
| 2.5.4. Maneio pré-abate .....  | 17        |
| 2.5.5. Métodos de insensibilização.....  | 18        |
| <b>2.6. Avaliação da qualidade da carne .....</b>                                | <b>19</b> |
| 2.6.1. Parâmetros de crescimento .....   | 19        |
| 2.6.2. Parâmetros sensoriais .....   | 20        |
| i. Aroma e sabor .....   | 20        |
| ii. Suculência .....   | 21        |
| 2.6.3. Características físico-químicas .....                                     | 21        |
| i. pH.....   | 22        |
| ii. Humidade .....   | 24        |
| iii. Proteína.....   | 24        |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| iv.    | Gordura .....  | 25 |
| v.     | Cinza .....  | 25 |
| vi.    | Cloretos .....   | 26 |
| vii.   | Avaliação da oxidação lipídica em alimentos .....  | 26 |
| viii.  | Atividade da água (Aw).....  | 27 |
| ix.    | Índice de iodo .....   | 28 |
| x.     | Nitritos .....   | 28 |
| 2.6.4. | Parâmetros colorimétricos .....  | 28 |
| i.     | Mioglobina, metamioglobina e oximioglobina.....  | 29 |
| ii.    | Luminosidade (L*), coordenada cromática (a*) e (b*), cromaticidade (C) e<br>ângulo de tono (h°)..... | 30 |
| 2.6.5. | Capacidade de retenção da água (CRA) .....   | 31 |
| i.     | Perdas por cocção ("cooking loss").....  | 32 |
| ii.    | Perdas por exsudação ("drip loss") .....   | 33 |
| iii.   | Perdas por descongelação ("thawing loss") .....  | 33 |
| 2.6.6. | Parâmetros de textura .....  | 34 |
| 3.     | Materiais e Métodos.....   | 36 |
| 3.1.   | Animais e desenho experimental.....  | 36 |
| 3.2.   | Desempenho de crescimento .....  | 37 |
| 3.3.   | Abate dos animais.....   | 37 |
| 3.4.   | Estudo morfológico das carcaças .....  | 37 |
| 3.5.   | Produção de presunto tradicional <i>versus</i> presunto com teor de sal reduzido ...                 | 38 |
| 3.5.1. | Processamento dos presuntos .....  | 39 |
| 3.6.   | Composição química .....   | 39 |
| 3.6.1. | Determinações de pH.....   | 39 |
| 3.6.2. | Humidade .....   | 40 |
| 3.6.3. | Cinza .....  | 40 |
| 3.6.4. | Proteínas .....  | 41 |
| 3.6.5. | Cloretos .....   | 42 |
| 3.6.6. | Atividade da água (Aw).....  | 42 |
| 3.7.   | Parâmetros colorimétricos .....  | 42 |
| 3.7.1. | Parâmetros de cor .....  | 42 |
| 3.7.2. | Mioglobina, metamioglobina e oximioglobina.....  | 43 |
| 3.8.   | Capacidade de retenção da água.....  | 43 |
| 3.8.1. | Perdas de água por cocção .....  | 43 |
| 3.8.2. | Perdas de água por exsudação .....   | 43 |

|  |    |
|--|----|
| 3.8.3. Perdas de água por descongelação .....                              | 44 |
| 3.8.4. Textura .....   | 44 |
| 3.9. Parâmetros lipídicos .....  | 45 |
| 3.9.1. Matéria gorda total.....  | 45 |
| 3.9.2. Índice de Iodo.....   | 45 |
| 3.9.3. TBARS .....   | 45 |
| 3.10. Análise estatística .....  | 46 |
| 4. Resultados e discussão .....  | 47 |
| 4.1. Duração das fases de produção e respectivos regimes alimentares ..... | 47 |
| 4.2. Desempenho de crescimento e rendimentos de carcaça .....              | 49 |
| 4.3. Gordura subcutânea.....   | 52 |
| 4.3.1. Parâmetros físico-químicos .....                                    | 52 |
| 4.3.2. Parâmetros colorimétricos .....                                     | 53 |
| 4.4. <i>Longissimus lumborum</i> e <i>Gluteus medius</i> .....             | 54 |
| 4.4.1. Parâmetros físico-químicos .....                                    | 54 |
| 4.4.2. Parâmetros colorimétricos .....                                     | 58 |
| 4.4.3. Parâmetros de textura .....   | 59 |
| 4.5. Presunto.....   | 61 |
| 4.5.1. Parâmetros físico-químicos .....                                    | 61 |
| 4.5.2. Parâmetros colorimétricos .....                                     | 65 |
| 4.5.3. Parâmetros de textura .....   | 65 |
| 5. Conclusão .....   | 67 |
| 6. Bibliografia .....  | 68 |
| ANEXO I.....   | 86 |
| ANEXO II.....  | 90 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 2.1:</b> Espécime fêmea representativo da raça Bísara (ANCSUB, 2018). .....  | 5  |
| <b>Figura 2.2:</b> Área de dispersão de suínos da raça Bísara em Portugal (ANCSUB, 2018)..   | 6  |
| <b>Figura 2.3:</b> Evolução do efetivo da raça Bísara em Portugal (ANSCUB, 2018). .....  | 7  |
| <b>Figura 2.4:</b> Representação de meia carcaça de porco com cabeça, pés, rabo, diafragma, rabo e rins (Bridi e Silva, 2009). ..... | 10 |
| <b>Figura 2.5:</b> Ilustração de presunto de porco da raça Bísara envolvido no ensaio, com indicação do corte efetuado. ....         | 12 |
| <b>Figura 2.6:</b> Ilustração dos principais músculos de presunto de porco da raça Bísara envolvido no ensaio. ....                  | 12 |
| <b>Figura 2.7:</b> Ciclo da cor em carne fresca (Adaptado Barbosa, 2017). ....   | 29 |
| <b>Figura 2.8:</b> Diagrama de cor do sistema CIELAB (Adaptado Costa, 2015) .....  | 31 |

## ÍNDICE DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| <b>Quadro 2.1:</b> Classificação da carne suína em normal, PSE ou DFD (Adaptado de Bridi e Silva, 2009).....  | 23 |
| <b>Quadro 3.1:</b> Fases de ensaio e respectivas durações e alimentações para os 3 lotes em análise .....   | 36 |
| <b>Quadro 3.2:</b> Identificação dos dois grupos de presuntos tendo em conta o lote de origem do animal e o género do porco Bísaro. ....  | 38 |
| <b>Quadro 4.1:</b> Duração de cada fase de produção dos porcos Bísaros envolvidos no ensaio. ....   | 47 |
| <b>Quadro 4.2:</b> Matéria seca, energia digestível e proteína bruta disponível na alimentação dos animais. ....  | 48 |
| <b>Quadro 4.3:</b> Quantidade de matéria ingerida, energia digestível e proteína bruta das dietas dos porcos Bísaros nas duas fases de produção. ....   | 48 |
| <b>Quadro 4.4:</b> Idades, pesos vivos e pesos adquiridos, GMD, ICA e rendimentos de carcaça dos porcos da raça Bísara, nos três lotes, com alimentação distinta. ....                                  | 50 |
| <b>Quadro 4.5:</b> Avaliação do efeito do sistema de alimentação nos parâmetros físico-químicos da gordura subcutânea fresca dos animais em estudo. ....  | 52 |
| <b>Quadro 4.6:</b> Avaliação do efeito do sistema de alimentação nos parâmetros físico-químicos dos músculos <i>Longissimus lumborum</i> e <i>Gluteus medius</i> dos animais envolvidos no ensaio. .... | 55 |
| <b>Quadro 4.7:</b> Estudo de presunto obtido por diferentes processos, TTP e ITTP, dos animais envolvidos no ensaio. ....   | 62 |

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a\* - Coordenada cromática a\*

AgNO<sub>3</sub> – Nitrato de prata

ANCSUB – Associação Nacional de Criadores de Suínos da Raça Bísara

ATP – Adenosina Trifostato

Aw – Atividade da água

b\* - Coordenada cromática b\*

C\* – Cromaticidade

CE – Comunidade Europeia

C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub> - Nitrobenzeno

CIE – Comissão Internacional de Iluminação

CIELAB – Modelo Colorimétrico L a\* b\*

Cl - Cloreto

cm – Centímetro

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

CRA – Capacidade de Retenção da Água

DFD – Escuras, Firmes e Secas

DOP – Denominação de Origem Protegida

DP – Desvio-Padrão

EDTA – Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético

ESA – Escola Superior Agrária

ETG – Especialidade Tradicional Garantida

FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação

GM – *Gluteus medius*

GMD – Ganho Médio Diário

H – Humidade

$h^\circ$  - Ângulo de Tono

$\text{HNO}_3$  – Ácido Nítrico

$\text{H}_2\text{O}$  - Água

$\text{H}_3\text{BO}_3$  – Ácido Bórico

$\text{H}_2\text{SO}_4$  – Ácido Sulfúrico

$\text{HCl}$  – Ácido Clorídrico

ICA – Índice de Conversão Alimentar

INE – Instituto Nacional de Estatística

IPG – Indicação Geográfica Protegida

IPVC – Instituto Politécnico de Viana do Castelo

$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  – Ferrocianeto de Potássio

kg – Quilograma

$\text{KSCN}$  – Tiocianato de Potássio

$\text{K}_2\text{SO}_4$  – Sulfato de Potássio

L – Litro

$L^*$  - Luminosidade

LL – *Longissimus lumborum*

m - massa

M – Molaridade (mol/L)

MDA – Malonaldeído

Mg – Miligrama

MJ – Mega Joule

mL – Mililitro

mm – Milímetro

MM - Megamolar

N – Normalidade

NaCl – Cloreto de Sódio

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – Carbonato de Sódio

NaNO<sub>2</sub> – Nitrito de Sódio

NaOH – Hidróxido de Sódio

NH<sub>4</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> – Sulfato de Amónio e Ferro

nm – Nanómetro

NP – Norma Portuguesa

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PAC – Política Agrícola Comum

PPC – Perdas Por Cocção

PPD – Perdas Por Descongelamento

PPE – Perdas Por Exsudação

PSE – Pálida, Mole e Exsudativa

RFN – Rosa-avermelhada, Firme e Não-exsudativas

s - Segundo

SER – Rosa-avermelhada, Mole e Exsudativa

SPH – Sociedade Portuguesa de Hipertensão

SPREGA – Sociedade Portuguesa de Recursos Genéticos Animais

TBA – Ácido Tiobarbitúrico

TBARS – Teste de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico

TPA – Análise ao Perfil de Textura



V - Volume

WB – Warner-Bratzler

$\text{Zn}(\text{CHCO}_2)_2$  – Acetato de Zinco

°C – Grau Celsius



## 1. INTRODUÇÃO

A carne constitui a principal fonte de proteínas e aminoácidos essenciais na alimentação do Homem, e com um aumento populacional previsto de 7.6 mil milhões (em 2017), para os 9.8 mil milhões em 2050 e 11.2 mil milhões em 2100 o aumento do consumo de carne parece evidente (Organização das Nações Unidas [ONU], 2017).

As preferências dos consumidores relativamente ao tipo de carne que consomem tem sofrido grandes alterações. Hoje em dia assiste-se a uma orientação cada vez maior para carnes mais magras e com baixos teores de colesterol, o que leva a uma maior procura de carnes brancas, nomeadamente, de aves de capoeira e de suíno (Almeida, 2008). Efetivamente, a carne de suíno trata-se hoje da proteína animal mais consumida na Europa e a segunda mais consumida no mundo, seguida da carne de aves, (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2017) prevendo-se que assim continue em 2026 (Ferreira, 2017).

O controlo da qualidade da carcaça tem-se tornado cada vez mais importante na indústria da carne de porco. Esta é influenciada por vários fatores, nomeadamente, a raça do animal, sexo, alimentação e sobretudo pelo manejo animal (Kellner *et al.*, 2014).

Em Portugal, perante o crescimento lento, excessiva deposição de gordura e a prolificidade reduzida das raças autóctones, associados à evolução dos hábitos alimentares das populações e ao crescimento do consumo de carne de suíno, levaram os suinicultores nacionais a optar por outros genótipos e por regimes de exploração mais intensivos, de modo a satisfazer as necessidades da procura da carne de suíno. Como consequência disto, verificou-se um declínio na importância e consequente utilização de raças autóctones que ficaram colocadas em perigo de extinção (Ferreira, 2008).

No ano de 1994, a implementação de medidas Agroambientais na Política Agrícola Comum (PAC), associadas a menções protegidas para produtos alimentares com origem em raças autóctones proporcionou uma oportunidade de recuperação para

alguns efetivos, e/ou controlo através da criação de Livros Genealógicos e registo de desempenho zootécnico (Tamargo *et al.*, 2010).

Atualmente a Bísara é uma das três raças autóctones de suínos com grande representação em Portugal, com sistemas de produção característicos e com produtos (frescos ou transformados) de elevada qualidade (SPREGA, 2019).

O porco Bísaro é tipicamente produzido em sistema semiextensivo e com pocilgas licenciadas que reúnem condições para satisfazer o bem-estar animal. O manejo alimentar do porco bísaro é fortemente condicionado pelos recursos alimentares disponíveis da agricultura local. Os animais são alimentados por norma com culturas da própria exploração como cereais (milho, trigo, centeio, cevada e aveia), tubérculos (batata, beterraba e nabo), produtos hortícolas (couves, abóboras, etc.) e frutos como a castanha (ANCSUB, 2018).

Com o intuito de compreender melhor a diversidade de raças suínas locais e sistemas de produção para obtenção de produtos tradicionais de elevada qualidade e fileiras suínas sustentáveis surge um projeto multidisciplinar europeu com o acrónimo “TREASURE” financiado pela Comissão Europeia no âmbito do Horizon 2020. Este projeto resulta de um consórcio com 25 parceiros distribuídos por 9 países e em Portugal, aborda a raça Bísara e a Alentejana.

Em resposta ao objetivo do projeto “gestão e desempenho de raças locais de suínos nos seus sistemas de produção”, neste trabalho pretendeu-se avaliar os efeitos de diferentes tipos de alimentação na qualidade da carne e o efeito que diferentes tipos de processamento têm no presunto do porco Bísaro.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desenvolvimento socioeconómico verificado no século passado resultante de vários fatores tais como, o aumento populacional de cerca de 3.7 mil milhões em 1970 para mais de 7 mil milhões atualmente, o aumento da concentração das populações em centros urbanos e a industrialização a que se assistiu em alguns países do norte da Europa (FAO, 2018), resultou num aumento do consumo mundial de carne. Consequentemente, assistiu-se a reformulações profundas nas dinâmicas de produção agrícola e pecuária que haviam sido estabelecidos nos últimos séculos (Guicho, 2016). A necessidade de corresponder e superar a crescente procura de alimentos, e a capacidade de os fazer chegar aos centros populacionais, constituiu um desafio grandioso para um setor que era fundamentalmente de autoconsumo e venda de excedentes, e que se converteu numa atividade económica de grande importância global, obrigando com ela ao desenvolvimento de transportes, comércio e das indústrias (Resurreccion, 2003).

Para responder a este aumento do consumo da carne em Portugal, as raças autóctones foram sendo selecionadas empiricamente pelas populações de forma a suprirem as suas necessidades alimentares (carne, leite e ovos), de trabalho (tração e transporte) e de vestuário (peles, lã e penas), resultando numa intensificação dos sistemas de produção agrícola (Hernández, 2013). A sobrevivência das raças autóctones face à evolução da agricultura e da suinicultura só foi possível porque em algumas zonas do país houve continuidade da agricultura tradicional e de subsistência (Silva *et al.*, 2019). Segundo a Sociedade Portuguesa de Recursos Genéticos Animais (SPREGA, 2019), atualmente existem três raças suínas descritas como autóctones: a Alentejana, o Malhado de Alcobaça, e a Bísara.

- A primeira raça de suínos a ser registada no livro genealógico em Portugal foi a Alentejana (em 1985). No ano 2017 encontrava-se maioritariamente distribuída no Alentejo, a sul do rio Tejo. Os machos possuem pesos vivos de 180 kg e as fêmeas 150 kg. Ainda no mesmo ano, havia 6464 fêmeas inscritas no Livro Genealógicos e 510 machos distribuídos por 137 criadores.

- O Malhado de Alcobaça é a raça autóctone que se encontra em maior risco com apenas 171 fêmeas inscritas no Livro Genealógico da raça, 14 varrascos e 10 criadores (2019), e com efetivos distribuídos essencialmente na região centro oeste de Portugal.
- A raça Bísara, caracterizada pela sua docilidade, capacidade de adaptação ao meio, prolificidade e qualidade da carne excelentes, garantiram a preservação desta raça até à atualidade. No ano 2019, encontram-se cerca de 5988 animais registados no Livro Genealógico, 520 machos e 189 criadores distribuídos essencialmente no norte do país.

## **2.1. Raça Bísara**

### **2.1.1. Características morfológicas**

O porco bísaro faz parte do património biológico, económico e cultural de Portugal (Araújo *et al.*, 2018). Originários do tronco Céltico, os porcos desta raça são, conforme se evidencia na Figura 2.1, animais grandes, que podem atingir um metro de altura e 1.5 metros de comprimento desde a nuca à raiz da cauda, caracterizados por pelagem negra (predominante), branca ou malhada, pele grossa e cerdas compridas, grossas e abundantes. A cabeça é comprida e espessa, com orelhas compridas, largas e pendentes. A face destes espécimes é pouco desenvolvida, com boca grande, e pescoço comprido e musculado. Relativamente ao tronco, este é comprido, o dorso arqueado, tórax alto, achatado e pouco profundo, flanco largo e pouco descido, garupa estreita descaída e pouco musculada e ventre esgalgado. No que respeita aos membros, são compridos, ossudos e pouco musculados, coxas pouco musculadas que lhes confere deficiente espessura face ao comprimento que têm e pés bem desenvolvidos. A cauda é descrita como grossa, e de média inserção (ANCSUB, 2018; Silva *et al.*, 2019).



**Figura 2.1: Espécime fêmea representativo da raça Bísara (ANCSUB, 2018).**

### **2.1.2. Características fisiológicas**

Os animais da raça Bísara são de temperamento bastante dócil, vagarosos e com movimentos pouco graciosos. São pouco precoces e de crescimento lento, mas altamente prolíferos com ninhadas que podem ultrapassar os vinte leitões por ninhada (Carvalho, 2014). A carcaça de porco Bísaro tem uma proporção de músculo maior que de gordura, obtendo-se uma carne atoucinhada, mas muito entremeada, cujo sabor é melhorado com a alimentação a que estes animais são submetidos que é rica e variada (Costa, 2015). Tudo isto resulta em carnes de excelente qualidade sensorial e forte aptidão para produtos transformados de excelência como são o caso dos enchidos ou presunto (Silva *et al.*, 2019).

### **2.1.3. Performances de crescimento**

Em explorações tradicionais, os porcos Bísaros são engordados lentamente e abatidos com cerca de 1-2 anos de idade, quando alcançam pesos vivos de 120-180 kg nos meses mais frios do ano, entre novembro e fevereiro (Araújo, 2018).

#### 2.1.4. Sistemas de produção e alimentação

Os sistemas de produção suína intensiva permitem providenciar aos consumidores, carne de porco de qualidade e a preços razoáveis, no entanto, como consequência do elevado grau de industrialização, elevados custos das infraestruturas e custos de alimentação que lhes estão inerentes, aliado ao aumento das preocupações da população com o bem-estar animal, poluição ambiental e com a segurança na higiene de produtos cárneos (Kim, 2009) tem-se verificado por parte dos consumidores um crescente interesse na Europa em aumentar os sistemas de produção extensivos, isto é, maiores produções ao ar livre ou outras formas de produção enriquecida (Hansen *et al.*, 2006; Sundrum *et al.*, 2011).



**Figura 2.2: Área de dispersão de suínos da raça Bísara em Portugal (ANCSUB, 2018)**

Embora dispersos um pouco por todo o norte do país, os porcos bísaros encontram-se maioritariamente distribuídos acima do rio Douro, nas regiões do Minho e Trás-os-Montes (Figura 2.2), em regimes de produção predominantemente semiextensivos (ANCSUB, 2018).



A alimentação destes animais é altamente diversificada, à base de cereais como o milho, trigo, cevada, farelo, *triticale*, entre outros, e uma grande variedade de alimentos forrageiros nomeadamente tubérculos como a batata, nabo ou beterraba, e vegetais como o repolho, abóbora ou cenoura. Muitas vezes, o produtor possui disponibilidade para utilizar áreas de pastagem que contribuem com diferentes tipos de erva e frutas, e que enriquecem a alimentação destes animais (Silva *et al.*, 2007).

Uma escala de exploração mal dimensionada, infraestruturas rudimentares e quantidade de alimento cru disponível insuficiente, são efetivamente fatores que conduzem muitas vezes ao fracasso neste tipo de sistema de produção, limitando a produtividade dos agricultores e afetando por vezes o bem-estar animal (Silva, 2006).

### 2.1.5. Evolução dos efetivos

Nas últimas duas décadas assistiu-se a um aumento gradual do número de criadores em Portugal, com efetivos maiores em dimensão conforme demonstra a Figura 2.3.

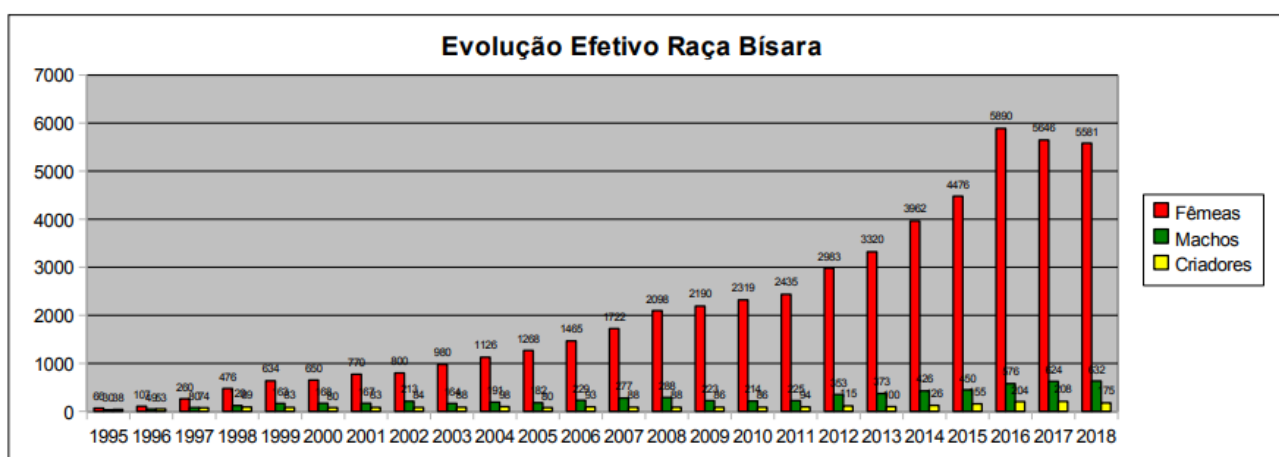


Figura 2.3: Evolução do efetivo da raça Bísara em Portugal (ANSCUB, 2018).

Atualmente, por exploração, verifica-se uma média de 30 porcas (ANCSUB, 2018), criadas em explorações familiares tradicionais (50%) mantidas em regime semi-intensivo ou semiextensivo (Silva e Tirapicos, 2013). Numa tentativa de obtenção de produtos de elevada qualidade, estudos demonstram que a fase de engorda deve dividir-se em duas fases com regimes alimentares característicos: uma fase

de crescimento rápida a moderada, que permite que os animais atinjam pesos vivos na ordem dos 70-75 kg, e uma segunda fase de acabamento até que se atinjam pesos vivos de cerca de 120-160 kg (Araújo *et al.*, 2018). Nestas fases podem ainda ser criados em regime misto onde se encontram confinados num parque ao ar livre ou num estábulo fechado com acesso a áreas de pastagem de vários tamanhos dependendo da disponibilidade de pastagem/arvoredo (Silva *et al.*, 2000).

#### **2.1.6. Valorização da raça**

Ao longo dos anos, o abandono da atividade agropecuária e substituição de raças autóctones menos produtivas por raças exóticas melhoradas e com performances superiores quase culminou na extinção das raças autóctones (FAO, 2004). Na década de 1990, a raça Bisara foi praticamente extinta e reduzida a cerca de 100 animais, distribuídos por pequenas explorações ao norte de Portugal. Atualmente, apesar da reduzida dimensão em termos territoriais de Portugal, mas pela sua localização geográfica e condicionantes geofísicas, este país é “um importante reservatório de recursos genéticos animais”, como refere Guicho (2016). Além de um recurso genético valioso pelo contributo que dão à variabilidade genética, as raças autóctones têm um papel fundamental no desenvolvimento das comunidades rurais: por um lado favorecem a aproximação entre produtores e consumidores, aumentando a qualificação dos produtos nomeadamente ao nível da diferenciação da qualidade, inovação da comunicação (Figueiredo *et al.*, 2007) e por outro lado permite-se a instalação de produtores nas regiões submetidas a forte erosão populacional, berço de um número significativo de raças autóctones (Tamargo *et al.*, 2010).

Em 1994 foi criada a Associação Nacional de Criadores de Suínos da Raça Bísara (ANCSUB), e a fim de estimular o melhoramento genético e conservação da raça foi criado no mesmo ano, o Registo Zootécnico da Raça Bísara, aprovando-se o seu regulamento e o Plano de Melhoramento da Raça (ANCSUB, 2018).

Com o intuito de valorização dos produtos regionais e de forma a contribuir para a melhoria dos rendimentos dos produtores, assim como para salvaguarda da genuinidade dos produtos importantes nos modelos de agricultura extensiva, o

governo português com base em normas europeias determinou as bases legais e as regras para implementação e gestão de produtos com três selos de qualidade distintos: denominação de origem protegida (DOP); indicação geográfica protegida (IGP); e especialidade tradicional garantida (ETG) (Badalo, 2011; Silva *et al.*, 2019).

Denominação de Origem Protegida (DOP): todo o processo de produção e processamento do produto encontra-se restringido a uma área geográfica protegida. Esta designação inclui também o “saber-fazer” da população e os ingredientes locais.

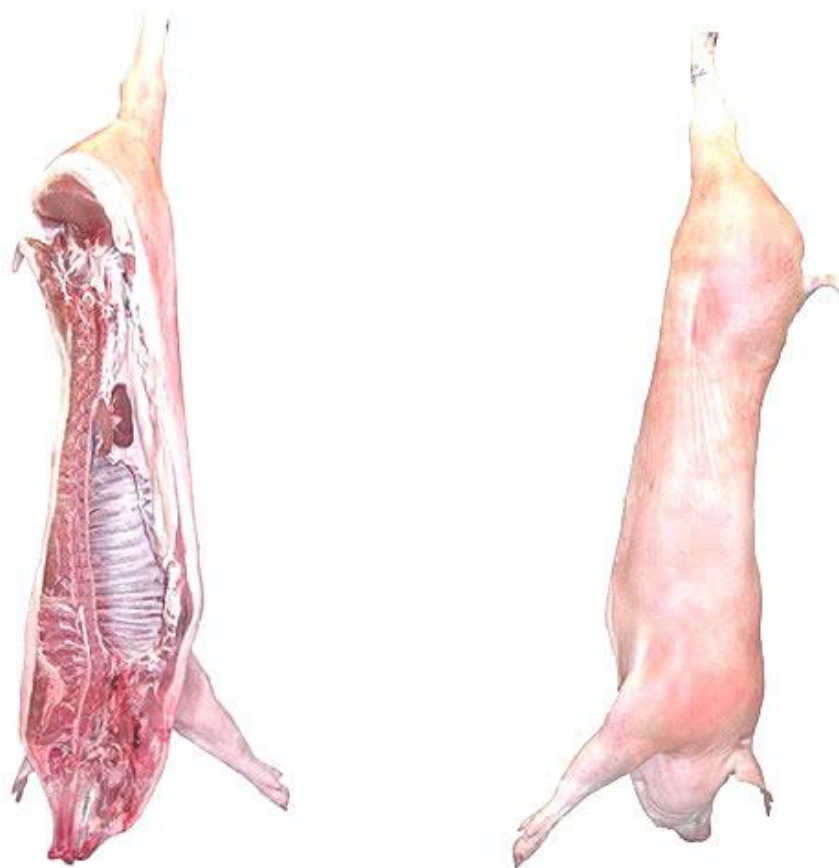
Indicação Geográfica Protegida (IGP): basicamente com a mesma descrição que os DOP, com diferença apenas no facto de os ingredientes utilizados na produção não terem necessariamente de ser produzidos na mesma área geográfica.

Especialidade Tradicional Garantida (ETG): identificam-se produtos de carácter tradicional tanto na produção como na composição, mas não têm restrição a alguma área geográfica específica (Tibério e Francisco, 2012).

No que se refere ao porco Bísaro existe um produto com DOP – Carne de Bísaro Transmontano ou Carne de Porco Transmontano – e sete produtos transformados com selo IGP: Salpicão de Vinhais; Chouriça de Carne de Vinhais ou Linguiça de Vinhais; Presunto de Vinhais ou Presunto Bísaro de Vinhais; Alheira de Vinhais; Chouriço Azedo de Vinhais; Chouriça Doce de Vinhais e o Butelo de Vinhais/Bucho de Vinhais/Chouriço de Ossos de Vinhais (Barbosa, 2017).

## **2.2. Carcaça de Porco**

De acordo com o regulamento nº 2810/95 da Comunidade Europeia (CE), consideram-se como “carcaças inteiras ou meias carcaças”, suínos abatidos sob a forma de carcaças animais da espécie suína doméstica, sangrados e eviscerados, a que se tenham retirado as cerdas e as unhas (Tirapicos *et al.*, 2000). As meias carcaças obtêm-se por corte da carcaça inteira, passando por cada vértebra cervical, dorsal, lombar e sagrada pelo ou ao longo do esterno e pela sínfise isquio-púbica, podendo ser apresentadas com ou sem cabeça, pés, banhas, rins, rabo ou diafragma, medula espinal mioleira ou língua (Figura 2.4). Relativamente às carcaças das porcas, estas podem conter ou não os mamilos.



**Figura 2.4: Representação de meia carcaça de porco com cabeça, pés, rabo, diafragma, rabo e rins (Bridi e Silva, 2009).**

Em Portugal, como em grande parte da Europa, os suínos são comercializados tendo por base o “mérito da carcaça”, definido por determinadas características do animal. Premeiam-se as carcaças com reduzida quantidade de gordura e elevada percentagem de massa muscular, boa conformação e com ausência de equimoses, abscessos, coágulos, entre outros (Regulamento (CE) nº 854/2004). Assim, estas carcaças podem ser classificadas de acordo com uma grelha SEUROP, sendo as classificações mais frequentes as R (boa), O (média) ou P (fraca) (despacho nº 16840/2005).

Nas carcaças suínas, os cortes nobres mais valorizados e apreciados são o lombo e a perna de porco, com destaque para os músculos *Longissimus lumborum* e *Gluteus medius* (Apple *et al.*, 2005).

### **2.2.1. Lombo - *Longissimus lumborum* (LL)**

O lombo de porco caracteriza-se por possuir baixo teor de gorduras saturadas, colesterol e sódio, e maiores quantidades de potássio, magnésio e selénio que os restantes cortes, funcionando como um potencial aliado no controlo da pressão arterial em humanos (Magnoli e Pimentel, 2006).

Na secção lombar, encontra-se o músculo *Longissimus* que pertence ao grupo de músculos da coluna vertebral que se estende ao longo do dorso animal desde a pélvis até meio do pescoço. Trata-se do músculo mais longo e largo do corpo, e assume-se como indicador do desenvolvimento muscular (Paredi *et al.*, 2012). Os músculos podem ser divididos em diversas partes de acordo com a localização e pontos de inserção. Na porção lombar, tem-se o músculo *Longissimus lumborum*, e na porção torácica, tem-se o músculo *Longissimus thoracis*, que se estende da pélvis à sétima vértebra cervical. Estes músculos ocupam o espaço entre os processos espinhosos medialmente e os processos transversos e as extremidades dorsais das costelas ventralmente (König, Georg e Bragulla, 2007).

### **2.2.2. Perna – *Gluteus medius* (GM)**

A perna de porco é uma das peças mais nobres, com teor lipídico superior ao do lombo, no entanto tem baixo teor de colesterol, e é rica em magnésio, potássio e selénio (Apple *et al.*, 2005). Um dos músculos mais importantes desta região - o *Gluteus medius* – pertence ao grupo de músculos externos da coxa, extensores da articulação na zona glútea (Fialho, 2018), e constitui a porção superior e mais externa das peças de presunto (Barbosa, 2017).

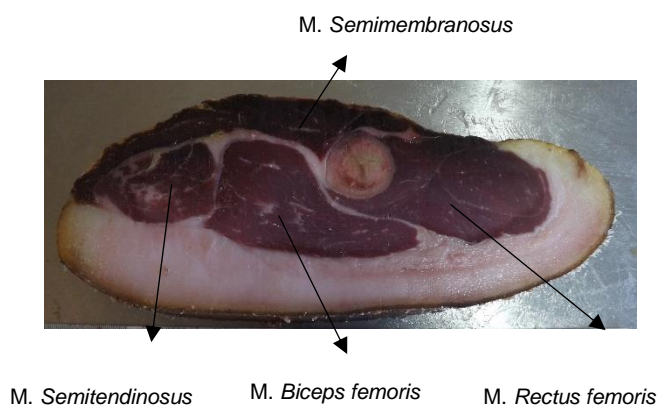
### **2.2.3. Presunto**

A produção de presunto remonta à antiguidade, surgindo como método de preservação da carne para alturas de maior escassez alimentar. Hoje em dia, com os desenvolvimentos na área da refrigeração, foram implementadas modificações e melhorias no processo de fabrico de presunto, a fim de se obter um produto cárneo com boas características sensoriais (Čandek-Potokar e Škrlep, 2012).

De entre os produtos cárneos industrializados, o presunto é um dos alimentos que se encontra mais à disposição do consumidor, representando um produto típico de muitas regiões geográficas (Toldrá, 2004). Este é produzido através do pernil de porco, com ou sem osso, curado a seco ou em salmoura, condimentado ou não, defumado ou não, cru ou cozido (Gilles, 2009). Os músculos de maior importância no presunto encontram-se na Figura 2.5 e 2.6.



**Figura 2.5:** Ilustração de presunto de porco da raça Bísara envolvido no ensaio, com indicação do corte efetuado.



**Figura 2.6:** Ilustração dos principais músculos de presunto de porco da raça Bísara envolvido no ensaio.

Independentemente da diversidade de matérias-primas e meios de produção, a produção de presuntos assenta em dois pilares fundamentais: a estabilização da matéria-prima para obtenção de produtos seguros microbiologicamente em temperatura ambiente (onde se contemplam as etapas de salga e pós-salga); e a fase de desenvolvimento das características sensoriais típicas (fases de cura e maturação) (Ruiz, 2002). Efetivamente, durante o processo de cura, e essencialmente no período de maturação, ocorrem inúmeras reações bioquímicas que alteram a estrutura das proteínas e lípidos, e que contribuem para o desenvolvimento da textura e sabor característicos do presunto (Andrés, 2004).

#### **2.2.4. Gordura subcutânea**

Cerca de 70% da gordura do porco não se encontra na carne, mas sim debaixo da pele (gordura subcutânea). Somente 20% a 22% da gordura está entre o músculo (gordura intermuscular) ou dentro dele (gordura intramuscular). Durante muito tempo a gordura subcutânea assumiu uma importância tão grande como as partes

mais nobres do porco como o lombo ou o presunto, uma vez que faziam parte da dieta dos portugueses (Santos *et al.*, 2008; Lourenço, 2009).

A influência da composição da gordura da dieta e o seu nível de inclusão na composição de gordura da carcaça de porco foi primeiramente demonstrada há cerca de 90 anos (Kellner *et al.*, 2014). A partir da década de 1960, por exigência do consumidor, houve ainda um direcionamento na produção de suínos para um aumento da produção de carne magra que conseqüentemente induziu a mudanças substanciais tanto na composição como nas características bioquímicas do músculo (Maganhini *et al.*, 2007).

Sabe-se que o teor de gordura intramuscular e a composição lipídica afeta a qualidade nutricional e organolética da carne representando um dos fatores determinantes na aceitação da carne fresca pelo consumidor (Costa e Oliveira, 2000).

### **2.3. Avaliação da qualidade da carcaça**

Na produção suína, há várias décadas que o principal objetivo passa por obter carnes de qualidade, isto é, carnes com elevada percentagem de carne magra e bons indicadores de qualidade de carne (Dokmanovic, 2015).

A qualidade da carne de porco resulta de uma avaliação de vários parâmetros químicos, bioquímicos, físicos e biológicos que determinam a aprovação (ou não) das carnes para posterior processamento ou armazenamento (Keenan, 2016) e depende também da perspectiva do produtor, do talhante e/ou do consumidor. Para o produtor interessa que os animais sejam mais pesados, pois quanto maior o animal for, maior será o retorno financeiro. Para o talhante interessa a composição da carcaça, uma vez que terá em atenção as necessidades dos consumidores (Lee *et al.*, 2000). Genericamente a qualidade da carne de porco pode definir-se como um “conjunto de características quantitativas e qualitativas, cuja importância relativa confere à carcaça uma aceitação e um maior preço frente aos consumidores ou frente à procura de mercado” (Colomer-Rocher, 1973). Assim sabe-se que a qualidade da carne e seus derivados depende de fatores intrínsecos e extrínsecos ao animal: fatores intrínsecos como a idade, peso ao abate, sexo,

genética, estado fisiológico, e fatores externos ao animal como sistema de alojamento, técnicas de alimentação, manejo, condições sanitárias e ambientais, transporte, técnicas de pré-abate, abate, *post-mortem*, e processamento da carne (Carvalho, Oliveira e Azevedo, 2013).

## **2.4. Fatores intrínsecos que influenciam a qualidade da carne suína**

### **2.4.1. Influência do sexo e da castração**

Diferenças ao nível do sexo resultam em alterações na performance de crescimento, acréscimo de proteína e deposição de carne magra na carcaça. O sexo condiciona de forma evidente a produção de carne, sendo os machos inteiros mais eficientes, seguidos das fêmeas e por último, os machos castrados (Ferreira, 2017).

Estudos demonstram que devidos aos elevados índices de androsterona e escatol, a carne dos machos inteiros surge com odores indesejáveis, mesmo respeitando um limite de 150 dias de idade e 100 kg de peso ao abate (Goulart, 2013). Squires e Bonneau (2014) referem que a gordura dos machos inteiros possui maior quantidade de ácidos gordos polinsaturados, resultando em carnes com menor resistência à oxidação, o que resulta em produtos com qualidade inferior e de processamento dificultado. Consequentemente, verifica-se uma preferência cada vez maior em produzir carnes de machos castrados e fêmeas pelos produtores (Ferreira, 2008).

Dentro da mesma espécie, as necessidades nutricionais dos indivíduos são variáveis de acordo com o sexo. Apesar dos machos castrados consumirem mais, revelam pior conversão alimentar, apresentando carcaças com maior teor de gordura e menos músculo quando comparados com as fêmeas (Carvalho, 2014). Tanto os machos como as fêmeas têm necessidade de ingestão de quantidades significativas de lisina, no entanto nos machos, um incremento de índices de lisina na alimentação não produz efeito expressivo sobre o desempenho e características de carcaça dos machos castrados. Nas fêmeas provou-se resultar num crescimento linear em todas as características, o que torna as fêmeas detentoras de maior potencial na produção de carne (Ruivo, 2017).



Durante o período de acabamento, as fêmeas consomem menos que os machos castrados e são mais eficientes, no entanto suínos castrados atingem a máxima deposição de carne a pesos inferiores (Almeida, 2008).

#### **2.4.2. Influência da raça/genótipo**

Numa tentativa de responder às necessidades e exigências dos consumidores europeus, assiste-se a uma procura cada vez maior por animais com carnes mais magras, resultando na criação de linhas genéticas de animais híbridos (Firmino, 2013). Raças autóctones como a Bísara não têm aptidão para elevados rendimentos de produção de carne magra, apresentando carnes muito entremeadas, mas de excelente sabor devido à variedade de alimentos que por norma consomem (ANCSUB, 2018).

#### **2.4.3. Peso à nascença**

Os tecidos musculares sofrem alterações constantes ao nível do crescimento por aumento do número de células (num processo de divisão celular designado por hiperplasia) ou por aumento do tamanho das células (fenómeno de hipertrofia) (Schinckel *et al.*, 2010). O ritmo de hiperplasia que ocorre antes do nascimento é substancialmente superior ao que ocorre após o nascimento, o que faz com que o peso à nascença seja um parâmetro que desempenhe um papel decisivo no posterior peso vivo dos animais. Whittemore & Kyriazakis (2006), defendem como peso mínimo à nascença 1.1kg, no entanto recomendam como ideais os que se encontrem entre 1.2 e 1.4kg.

#### **2.4.4. Idade ao abate do animal**

Contrariamente ao que se acreditava no passado, atualmente sabe-se que a qualidade da carne é dependente do peso vivo do animal ao abate e do peso da sua carcaça. Porcos destinados ao consumo fresco são abatidos entre os 60 e os 120 kg enquanto que os destinados maioritariamente à transformação são abatidos entre os 140 kg e os 180 kg (Lebret e Faure, 2015). Um aumento de peso implica uma maior idade de abate, com repercussões ao nível do conteúdo crescente em gordura subcutânea e intermuscular, diminuição da percentagem da carne magra,

aumento da taxa de mioglobina, e diminuição de perda de água dos músculos (Ruivo, 2017).

Uma das maiores dificuldades sentidas pelos produtores na produção suína é o decréscimo na conversão alimentar a que se assiste quando os pesos vivos dos animais começam a aumentar, uma vez que o aumento da deposição de gordura resulta num menor rendimento de carcaça, e por consequente, menor remuneração aquando da tipificação da carcaça. Para melhorar a qualidade e aceitabilidade da carne de porco pelos consumidores, o abate deve ocorrer entre os 100 e 110 kg de peso vivo, e o toucinho deve ter espessura inferior a 20 mm (Irgang, 1998).

## **2.5. Fatores extrínsecos que influenciam a qualidade da carne suína**

### **2.5.1. Alimentação**

Na produção suinícola, a alimentação assume o principal custo para os produtores, representando cerca de 60-70% do custo total de produção. A alimentação promove não só o crescimento como o desenvolvimento do animal, com reflexo inclusive no potencial genético de futuras crias de porcas gestantes (Ferreira, 2017).

Animais monogástricos como os suínos têm muitos dos componentes da dieta transferidos dos alimentos para os tecidos muscular e adiposo, o que se reflete ao nível da qualidade da carne. Diferentes padrões alimentares como *ad libitum* ou com restrição, podem influenciar a composição da carcaça, rácio músculo/gordura, distribuição da massa óssea e espessura dos ossos, distribuição da gordura e a espessura da camada de gordura dorsal (Keenan, 2016).

O crescente desenvolvimento da produção animal em sistemas ao ar livre, extensivos, e/ou biológicos tem permitido a introdução de alimentos mais acessíveis e menos dispendiosos para o produtor nas dietas dos animais (Kyriazakis e Whittemore, 2006).

A utilização de alimentos como produtos hortícolas, forragens ou erva fresca nas dietas têm sido alvo de investigação uma vez que a utilização de alimentos altamente fibrosos é afetada por diversos fatores nomeadamente pela disponibilidade, composição nutricional, capacidade de ingestão, conteúdo fibroso

e tipo de fibra (celulose, hemicelulose, lisina), digestibilidade, estação, clima, etc. (Edwards, 2003).

### **2.5.2. Maneio e bem-estar animal**

O stress pode ser definido como um conjunto de respostas biológicas, hormonais e somáticas que surgem quando um indivíduo recebe uma ameaça à sua homeostase (equilíbrio). Fatores como o frio, calor, equipamentos/alojamento desajustados e/ou desadequados, interações sociais, dor, infecção, fome e medo resultam como fatores de stress desencadeando uma resposta no animal de acordo com a intensidade e duração da ação, com repercussões na composição corporal, imunidade, bem-estar animal, índices reprodutivos e de crescimento e qualidade dos produtos finais (Silva, 2012).

### **2.5.3. Jejum**

No pré-abate os animais devem ser sujeitos a uma fase de jejum, com privação de alimentação sólida, mas com acesso livre a água. Esta fase é fundamental em termos de redução da taxa de mortalidade durante o transporte, aumento e facilidade no processo de evisceração, redução do volume de dejetos e padronização no rendimento das carcaças e da qualidade da carne (Warriss, 1994). O jejum permite que as reservas de glicogénio muscular diminuam no momento do abate, o que aumenta o pH<sub>24h</sub>, induzindo consequentemente uma melhor capacidade de retenção da água (CRA) e a cor (Rosenvold e Andersen, 2003). Um jejum prolongado de 24 horas reduz a incidência de carnes PSE (pálidas, moles e exsudativas) e melhora a cor, maciez e capacidade de retenção da água, no entanto este processo traz inerente a si, uma perda de peso que varia entre 0.12 a 0.20% ao qual acrescem fatores de stress responsáveis por mais 0.06 a 0.14% de perdas por hora (Adzitey e Nurul, 2011).

### **2.5.4. Maneio pré-abate**

O manejo pré-abate inclui as fases de contacto entre animais de lotes diferentes, o transporte e o tempo de repouso no matadouro antes do abate. Na produção animal, ao nível da qualidade dos produtos cárneos, o stress pré-abate é um fator determinante (Neves *et al.*, 2003). Este pode ser dividido em stress de período

longo, como o manejo na exploração, o contacto entre diferentes grupos, a mistura, o embarque e o transporte dos animais, ou stress de período curto que inclui as condições existentes na pocilga de repouso, nível de barulho e a condução dos animais até ao abate. Destes dois tipos de stress, o stress de período longo encontra-se fortemente associado a carnes DFD (escuras, firmes e secas) enquanto o stress de período curto resulta em carnes PSE e SER (rosa-avermelhadas, moles e exsudativas) (Silveira, 1997; Van de Perre, 2010; Vermeulen *et al.* 2016).

Assim, um manejo pré-abate apropriado em suinicultura não só influencia o bem-estar animal, como se reflete ao nível da qualidade da carne e com implicações diretas ao nível económico, pelo que se assume como uma etapa de extrema importância (Van de Perre, 2010; Vermeulen *et al.*, 2015).

#### **2.5.5. Métodos de insensibilização**

A necessidade de salvaguardar o bem-estar animal levou a união europeia a tomar medidas legais no sentido de garantir que todos os animais abatidos estejam insensíveis antes de abate e permaneçam nesse estado até que exista uma perda total e completa da resposta cerebral por exsanguinação. Considerando a qualidade da carne, a presença de hemorragias e a possibilidade de ossos fraturados, a indústria procedeu à avaliação das vantagens e desvantagem dos diferentes métodos de insensibilização assumindo como melhores o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e a insensibilização elétrica (Channon, Payne e Warner, 2000). A insensibilização elétrica é atualmente o método de insensibilização mais utilizado, no entanto revela uma desvantagem: os músculos dos suínos sujeitos a este método de insensibilização apresentam um declínio mais rápido de pH no início do *post-mortem* e uma capacidade de retenção da água menor, quando comparada com suínos sujeitos a insensibilização gasosa onde o pH<sub>24h</sub> não é afetado (Channon, Payne e Warner, 2002).

## **2.6. Avaliação da qualidade da carne**

A obtenção de carnes com as características pretendidas é um objetivo de difícil concretização (Raimundo, 2017). Carne e qualidade da carcaça são atributos complexos e são amplamente influenciados por fatores *ante* e *post-mortem* o que dificulta a previsão final da qualidade da carne de porco (Hughes *et al.*, 2014). A carne de suíno é altamente rica em vitaminas lipossolúveis, incluindo as vitaminas A e E, o que conjuntamente ao elevado teor em selénio, permite a estas carnes não serem tão vulneráveis ao ranço oxidativo como as carnes dos outros animais. Essa é a razão que justifica o facto de estas carnes serem utilizadas no fabrico de enchidos e presuntos que, embora expostos ao ar, permitem uma conservação por longos períodos de tempo (Costa, 2015).

De acordo com Silva, Bernardo e Costa, (2000), a raça Bísara por comparação com raças exóticas, demonstra ser mais vantajosa sob o ponto de vista do processamento, com qualidade superior ao nível tecnológico, têm melhores atributos organoléticos e menores índices de perdas por gotejamento. Por outro lado, estas raças locais tendem a ter mais gordura intramuscular e menor percentagem de carne magra.

### **2.6.1. Parâmetros de crescimento**

O crescimento traduz-se num aumento generalizado das dimensões corporais (altura, comprimento e largura) e aumento do peso vivo, resultado do fornecimento de alimento adequado, água e alojamento apropriado a um animal saudável (Roque, 2017).

Kyriazakis e Whittemore (2006) afirmam que durante as fases de engorda e acabamento, a acumulação de músculo e gordura, seguem curvas bem características, com diminuição progressiva do crescimento do músculo e aumento da gordura. Os mesmos autores verificaram também que a quantidade de energia fornecida pelos alimentos necessária para formar um kg de carne magra é muito menor que aquela que é necessária para promover o incremento de um kg de gordura na carcaça.

Teixeira *et al.* (2017) demonstrou a existência de uma relação de proporcionalidade entre pesos vivos e rendimentos de carcaça quando procedeu à determinação dos rendimentos de carcaça de 5 grupos de porcos Bísaros com diferentes pesos ao abate tendo concluído que animais com pesos vivos superiores resultam em animais com maiores rendimentos de carcaça. Efetivamente concluiu que as proporções dos tecidos que constituem o animal evoluem numa relação direta entre o crescimento/desenvolvimento da composição tecidular (nomeadamente músculo), desde o nascimento até ao início da maturidade que é alcançada quando o animal atinge aproximadamente 75% do seu peso adulto.

Os porcos Bísaros, assim como os Alentejanos são abatidos com pesos vivos e idades muito diversificadas, determinadas com base no objetivo final da produção animal. Estes pesos podem oscilar entre 70.4-130.1 kg e a idade ao abate pode variar entre 180-360 dias (Freitas *et al.*, 2007; Madeira *et al.*, 2013). O rendimento de carcaça nestes animais, e para animais sujeitos a sistemas de produção semiextensivos com regime alimentar restrito, situa-se entre os 73.4 e 83.0% (Projeto AGRO 254, 2007).

#### **2.6.2. Parâmetros sensoriais**

O valor comercial da carne é baseado no grau de aceitabilidade do produto pelo consumidor, pelo que a avaliação dos parâmetros organoléticos é um ponto primordial na predição da qualidade da carne (Costa, 2015).

##### **i. Aroma e sabor**

O aroma é libertado no momento da cocção da carne, no entanto a sua perceção inicia-se apenas no momento de consumo, tornando-o um fator relevante para a aceitação do produto no mercado. Quando a carne entra na boca, diversas impressões se tornam perceptíveis ao paladar, através de um conjunto de sensações e características, como textura, maciez, suculência, fibrosidade e oleosidade, entre outros. Aroma e sabor são os principais fatores que influenciam a qualidade sensorial do produto (Moura *et al.*, 2015).

## ii. Suculência

A suculência da carne corresponde à sensação de humidade observada nos primeiros movimentos de mastigação, resultado da rápida libertação de líquido nela contido, e sensação de suculência que se prolonga, devido entre outros fatores, à quantidade de gordura presente no alimento e que estimula a salivação (Martins *et al.*, 2012). Uma carne succulenta é muitas vezes definida apenas pela sua composição intramuscular e pela sua deposição de gordura, mas existem outros fatores que estão inteiramente ligados à suculência, como a idade do animal, entre outros (Osório *et al.*, 2009).

### 2.6.3. Características físico-químicas

Em vida, unidades funcionais presentes nas fibras musculares (sarcómeros), permitem a conversão da energia química em energia mecânica, mas *post-mortem* o músculo experimenta alterações bioquímicas e biofísicas que resultam na sua conversão em “carne” (Adzitey e Nurul, 2011). O tecido muscular é constituído predominantemente por miofibrilas, tecido adiposo e conjuntivo em quantidade variável e em menor proporção, tecido nervoso e vascular. Estes elementos do músculo esquelético, entre si, contribuem para uma composição média de 75% de água, 19% proteína, 3.5% de substâncias não-proteicas e 2.5% de gordura (Catela, 2013).

A carne suína é rica em nutrientes essenciais, fonte de vitaminas e minerais, e contribui para uma alimentação equilibrada (Goulart, 2013). Estas carnes são classificadas como carnes vermelhas, compostas em média por 72% de água, 20% de proteína, 7% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de hidratos de carbono (Apple *et al.*, 2005).

A riqueza nutritiva da carne suína está sobretudo no conteúdo em proteínas de alto valor biológico (substancialmente superiores quando comparados com proteínas de origem vegetal), ácidos gordos monoinsaturados, vitaminas do complexo B (especialmente tiamina e riboflavina), ferro, selénio e potássio (Magnoli e Pimentel., 2006). Efetivamente a carne providencia todos os aminoácidos essenciais à saúde

humana nomeadamente: fenilalanina, lisina, metionina, triptofano, valina, leucina, isoleucina e treonina (Williams, 2007).

#### i. pH

O pH assume-se como o parâmetro mais importante para predizer a qualidade final da carne suína, uma vez que direta ou indiretamente, este parâmetro influencia características como a cor, sabor ou capacidade de retenção de água (Ourique *et al.*, 1990). *In vivo*, o tecido muscular apresenta um pH próximo da neutralidade e logo após o abate começa a conversão do músculo em carne. Uma vez que o músculo é privado de oxigénio e nutrientes, a síntese de ATP (adenosina trifosfato) é interrompida o que implica a utilização de reservas de energia para a sintetizar, com a finalidade de manter a temperatura e a integridade estrutural. À medida que os níveis de ATP diminuem, existe a formação de fosfato inorgânico que estimula a degradação de glicogénio em ácido láctico através de digestão anaeróbia (Leite *et al.*, 2015; Fialho, 2018). Este processo de formação de ácido láctico resulta numa diminuição do pH muscular que permanece até que se acabem as reservas de glicogénio ou até que haja inativação das enzimas glicolíticas que controlam o metabolismo celular. O perfil típico na carne de porco é que, 45 minutos *post-mortem* o pH se situe entre 6.5 e 6.7 e a temperatura ronde os 37°C (Keenan, 2016), e cerca de 24 horas após abate, é alcançado o *rigor mortis* com valores de pH a atingirem 5.5 e 5.7 altura em que se considera que o pH estabiliza (pH final) (Da Cruz, 2013).

Frequentemente verifica-se que animais abatidos sob condições de stress tendem a apresentar uma queda brusca de pH, conduzindo a desvios de qualidade da carne. Valores anómalos no pH resultam em carnes de qualidade inferior pelo que se definem quatro categorias ao nível da qualidade da carne, carne PSE (pálida, mole e exsudativa), RSE (rosa-avermelhada, mole e exsudativa), RFN (rosa-avermelhada, firme e não-exsudativa) e DFD (escuras, firmes e secas) (Silveira, 1997). Quando se verifica existência de glicólise muscular antes e/ou após abate, podem ser originadas carnes com pH elevado (permanecendo acima dos 6.0), escuras, firmes e secas (DFD), difíceis de conservar e processar tecnologicamente. A velocidade de decréscimo de pH influencia fortemente não só a cor, como a



capacidade de retenção da água, tenrura, sabor, aroma, conservação da carne, entre outros.

Quando a diminuição de pH é brusca e a temperaturas elevadas, não permitindo arrefecimento da carcaça, com valores entre 5.3 e 5.4, são originadas carnes pálidas, moles e exsudativas (PSE) com menores capacidades de retenção de água e rendimento tecnológico (Offer e Knight, 1998).

Para a avaliação da qualidade da carne suína, Bridi e Silva (2009), formularam um quadro para classificação das carnes de porco em carnes normais, PSE e DFD (quadro 2.1).

**Quadro 2.1: Classificação da carne suína em normal, PSE ou DFD (Adaptado de Bridi e Silva, 2009)**

|               | <b>pH<br/>(60 minutos)</b> | <b>pH<br/>(48 horas)</b> | <b>Cor<br/>L*</b>     | <b>Perdas por<br/>exsudação</b> |
|---------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| <b>Normal</b> | Igual ou superior a 5.8    | Inferior que 6.0         | $43 \leq L^* \leq 49$ | Inferior a 5%                   |
| <b>PSE</b>    | Inferior a 5.8             | Igual ou inferior a 5.6  | Superior a 50         | Superior a 5%                   |
| <b>DFD</b>    | -                          | Superior a 6.0           | Inferior a 42         | Inferior a 5%                   |

A carne de animais de raças melhoradas tende a apresentar pH inferior ao das raças autóctones, indicando a existência de quantidades de glicogénio superiores e menor metabolismo do músculo das raças exóticas (Monin, 2000). Valores mais baixos de pH às 24 horas encontram-se associados a maiores perdas por exsudação por conta da redução das forças repulsivas electroestáticas entre os miofilamentos, desnaturação parcial da miosina, menor conteúdo de gordura intramuscular e menores índices de luminosidade na carne (Huff-Lonergan *et al.*, 2002).

Para animais da raça Bísara, Silva *et al.*, (2004) e Silva (2005) verificam valores de pH 45 minutos *post-mortem* entre os 5.95 e 6.34 que decrescem, 24 horas *post-mortem*, para valores de 5.32-5.56.

Para o presunto de porco da raça Bísara, o caderno de Especificações refere um valor médio de 5.76, podendo oscilar entre 5.49 e 6.39.

## ii. Humidade

A cinética das reações químicas, enzimáticas e microbianas encontram-se dependentes do teor de humidade e da atividade da água (Toldrá, 2002).

Em termos tecnológicos, a humidade pode ser definida como o teor de água existente numa peça de carne. A determinação da humidade é um parâmetro indicador de qualidade uma vez que a água não só constitui parte da massa muscular, cerca de 75%, como é crucial nos processos vitais, e altera profundamente características como a textura, estrutura e sabor da carne. Quanto maior o desenvolvimento/atividade de um músculo, maior a quantidade de água presente e menor o teor de gordura (Leite *et al.*, 2015). De acordo com Teixeira e Fernandes (2015), os valores de humidade para o *Longissimus* e *Gluteus* dos porcos Bísaros devem ser 73.47 e 73.30% respetivamente.

Nos presuntos, o teor de humidade ao longo do processamento dos mesmos tende a diminuir, ocorrendo a maior perda de água nas fases finais de secagem e maturação (Fialho, 2018).

## iii. Proteína

As proteínas pertencem à classe dos compostos orgânicos e poliamidas que são polímeros de condensação de aminoácidos. As proteínas são constituídas por cerca de 52% de carbono, 19% de oxigénio, 16% de azoto e 6% de hidrogénio podendo por vezes conter quantidades vestigiais de enxofre, fósforo e ferro (Feiner, 2006).

Na carne de porco, as proteínas representam cerca de 21.59% do peso do pernil fresco, 30.06% do pernil curado, e 23.29% do peso do lombo, o que lhes proporciona destaque entre os restantes compostos da carne assumindo o segundo elemento maioritário seguido da água (Teixeira e Fernandes, 2015). Para além das proteínas participarem nos mecanismos bioquímicos, estão também envolvidas em características como a cor, a capacidade de retenção da água e dureza (Fialho, 2018), e são proporcionais à quantidade de proteína fornecida através da alimentação (Goulart, 2013).

#### iv. Gordura

Cerca de 70% da gordura suína encontra-se debaixo da pele (toucinho) e apenas 20 a 22% intercala os músculos, conferindo sabor e maciez característicos (Goulart, 2013). Assim, a fácil remoção desta camada de gordura, antes do tratamento térmico da carne, auxilia na redução do seu valor lipídico e calórico (Skobrák e Bodnár., 2012; Kerr *et al.*, 2015).

O conteúdo lipídico no músculo do porco pode variar de 1.5 a 13%. Os lípidos encontram-se contidos em adipócitos, que podem estar agrupados ao longo dos feixes de fibras musculares ou isolados entre eles. À medida que o conteúdo total de lípidos aumenta, verifica-se uma tendência para um aumento do número e tamanho dos adipócitos (Fialho, 2018).

Os lípidos presentes no tecido muscular são compostos por colesterol, triacilgliceróis (lípidos de reserva), e fosfolípidos (lípidos estruturais). A gordura tem como principais funções as de reserva de energia, proteção e isolamento térmico (Amorim *et al.*, 2015), representando extrema importância ao nível da determinação da qualidade da carcaça e da carne do animal juntamente com o tecido muscular e osso (Freitas *et al.*, 2000). Quando comparada com a quantidade de gordura total, a gordura no músculo encontra-se em quantidades reduzidas (cerca de 3%) quando comparada com a água ou a proteína, no entanto o teor de gordura intramuscular da carne é fundamental na garantia de satisfação do consumidor de carne de porco (Maia, 2013). Efetivamente, uma maior quantidade de gordura no músculo representa uma maior suculência do mesmo, e valores inferiores a 2% de gordura resultam em lombos inaceitáveis para consumo (Grave, 2015). Além de participar na determinação da suculência da carne, a gordura intramuscular atua também no sabor e na conservação da carne, e é amplamente influenciada pela dieta, peso e sexo dos animais (Catela, 2013).

#### v. Cinza

Os resíduos inorgânicos que permanecem após a queima de matéria orgânica correspondem às cinzas de um alimento. Não corresponde necessariamente à matéria mineral presente originalmente pois pode ocorrer perda por volatilização ou

alguma interação entre os constituintes da amostra. O teor de cinzas de um alimento pode oscilar entre 0.1% e 15%, dependendo do alimento e/ou das condições em que este se apresenta (Barbosa, 2017).

#### vi. Cloretos

Um dos condimentos mais antigo usado pelo Homem é o sal de mesa ou sal de cozinha, composto químico predominantemente à base de cloreto de sódio (NaCl). De acordo com a Sociedade Portuguesa de Hipertensão (SPH) cada português ingere em média, quase o dobro da dose diária recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (Dias, 2011). Um dos principais objetivos da indústria alimentar atualmente é a redução do teor de sal em produtos cárneos, no entanto, esta medida tem repercussões ao nível da textura, estabilidade microbiológica dos produtos e características organoléticas (Batista, 2017).

De acordo com o Caderno de Especificações, a percentagem média de NaCl para o presunto deve rondar os 9.2%, num máximo de 11.2% e mínimo 5.2%.

#### vii. Avaliação da oxidação lipídica em alimentos

A avaliação do estado de oxidação dos alimentos é fulcral para a indústria alimentar, uma vez que representa um meio de controlo e garantia de qualidade desde a matéria-prima até ao produto final, para além de permitir a determinação da vida de prateleira dos produtos (Monin, 2000).

A determinação da oxidação lipídica em alimentos pode ser efetuada através da medição dos compostos primários ou secundários da oxidação. Os componentes primários da oxidação são a perda dos ácidos gordos insaturados, absorção de oxigénio e é medido pelo índice de peróxido, entre outros. Os componentes secundários da oxidação podem ser determinados pela quantificação de compostos carboxílicos e/ou compostos aldeídicos, cujo teste do ácido tiobarbitúrico é um dos métodos de quantificação (Decker *et al.*, 2005).

Os métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica podem ainda dividir-se em dois tipos de testes: testes para a determinação da estabilidade oxidativa em condições normais de armazenamento ou distribuição; ou testes para a resistência à oxidação efetuada por testes acelerados (Park *et al.*, 2007).

Uma vez que os métodos de avaliação de componentes primários da oxidação muitas vezes são limitados para determinação dos estágios iniciais da oxidação, os métodos de determinação dos compostos secundários demonstram ser mais apropriados, mais ainda por uma questão de alterações de odor, sabor e cor que geralmente contemplam esta fase (Lourenço, 2009).

- Teste de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

O método de análise de oxidação lipídica por TBARS é o mais aplicado e considerado mais relevante para a avaliação da oxidação lipídica em carnes e produtos cárneos (Zeb e Ullah, 2016).

Alguns produtos da peroxidação lipídica são reativos ao ácido tiobarbitúrico (TBA). Quando se adiciona TBA a uma amostra de material biológico é possível detetar a presença de substâncias que lhes são reativas (TBARS). Um grande número de substâncias apresenta reatividade a este ácido, no entanto o malonaldeído (MDA) é o principal e é um dos produtos finais do processo de oxidação e decomposição de ácidos gordos polinsaturados (Papastergiadis, 2012).

Cada molécula de MDA agrega-se a duas de TBA, permitindo a quantificação por espectrofotometria. A sua deteção em tecidos e plasma é um forte indicador de ocorrência de peroxidação lipídica, isto é, de stress oxidativo. Uma vez que o teste TBA utiliza o MDA na determinação da curva-padrão de calibração, o resultado da leitura de TBARS no espectrofotómetro tem sido utilizado como equivalente ao MDA (Whittemore e Kyriazakis, 2006).

#### viii. Atividade da água ( $A_w$ )

Para um produto ser considerado fresco tem de apresentar valores de  $A_w$  iguais ou superiores a 0.90 (Batista, 2017). A carne fresca apresenta uma atividade da água próxima de 0.98 e após processamento, e de acordo com o Caderno de Especificações do Presunto da raça Bísara, o valor médio reduz para 0.85, máximo 0.92 e mínimo 0.72.

#### ix. Índice de iodo

O índice de iodo define-se pela quantidade de ligações duplas presentes em amostras de lípidos e pode ser medido por titulação direta ou calculado através de um perfil de ácidos gordos, quantificando assim o grau de insaturação na amostra lipídica (Kellner et al., 2014).

De entre os diferentes métodos para quantificação do índice de iodo, o método Wijs é o mais amplamente aplicado. Ainda assim, trata-se de um método moroso, que requer uma quantidade significativa de amostra e que recorre ao uso de químicos perigosos. Assim para sistemas de controlo e para fins de pesquisa, o índice de iodo teórico é frequentemente calculado com base na composição em ácidos gordos dos lípidos determinado através de cromatografia gasosa (Oslen *et al.*, 2010).

#### x. Nitritos

Atualmente reconhece-se que a cura de carne deve ser feita com dois ingredientes fundamentais, sal e nitrito. Os produtos de carne curados devem demonstrar cor forte e estável visto que o consumidor elege o produto pela visão e o nitrito de sódio ( $\text{NaNO}_2$ ) é frequentemente eleito como agente ideal para obtenção de cor avermelhada estável, no entanto, apenas 1.1g desta substância podem ser letais para o Homem (Oliveira *et al.*, 2017). Posto isto, e a fim da salvaguarda dos consumidores, uma mistura de sal e nitritos é comumente vendida aos fabricantes de produtos cárneos curados (Feiner, 2006).

#### **2.6.4. Parâmetros colorimétricos**

A cor da carne trata-se de uma característica intimamente associada à frescura e qualidade, e na carne de porco, frequentemente ocorrem variações consideráveis na cor, tenrura e capacidade de retenção de água. Estes indicadores desempenham um papel determinante na atração visual e aceitabilidade sensorial das carnes e sob o ponto de vista económico, podem estar diretamente relacionados a perdas económicas para a indústria se não corresponderem às exigências dos consumidores (Hughes *et al.*, 2014).

No processo de fabrico do presunto são adicionadas substâncias como sal, açúcar, nitritos e nitratos que influenciam diretamente a cor e consequente aceitabilidade do produto final pelo consumidor (Barbosa, 2017).

i. Mioglobina, metamioglobina e oximioglobina

A cor da carne é resultado do conteúdo e forma da proteína mioglobina, responsável pelo transporte de oxigénio com funções nas células musculares de transporte e armazenamento de oxigénio, e que permite conferir à carne um tom característico (Hunt e King, 2012). Monteiro (2007) afirma que a cor é influenciada também pela quantidade dos estados redox da mioglobina presente, onde ocorre a combinação de três formas de mioglobina: mioglobina (vermelho-púrpura), oximioglobina (vermelho-brilhante) e metamioglobina (castanho-acinzentado) e pela perda de água, conforme evidenciado na Figura 2.7.

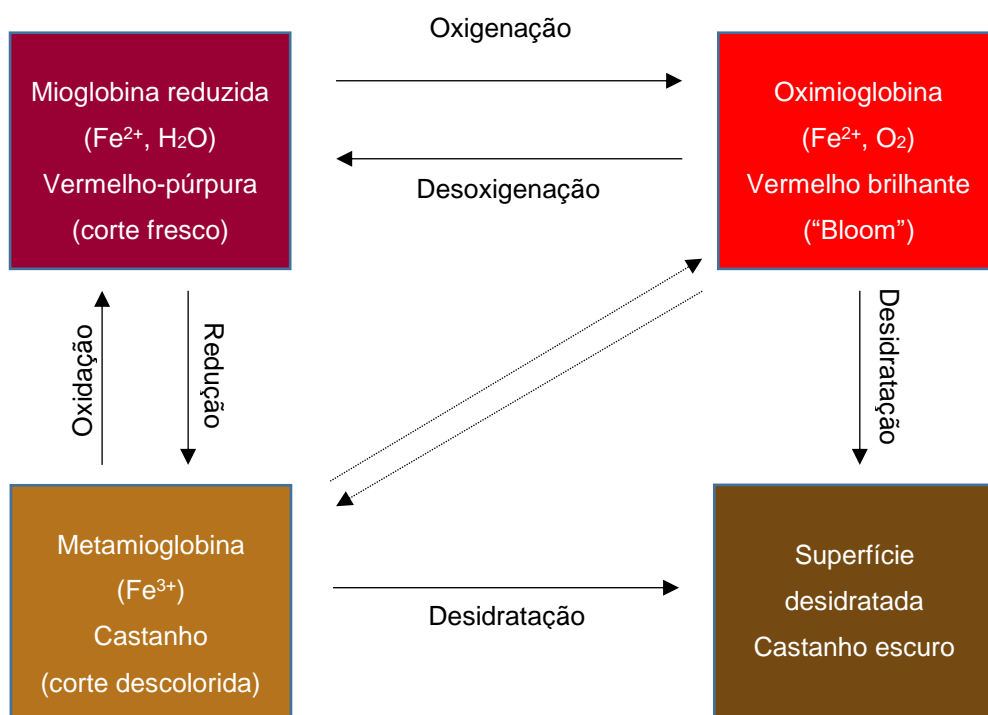


Figura 2.7: Ciclo da cor em carne fresca (Adaptado Barbosa, 2017).

Fatores extrínsecos como a genética do animal, género, idade, quantidade de energia nas dietas, stress *ante* e *post-mortem*, peso da carcaça, tempo e

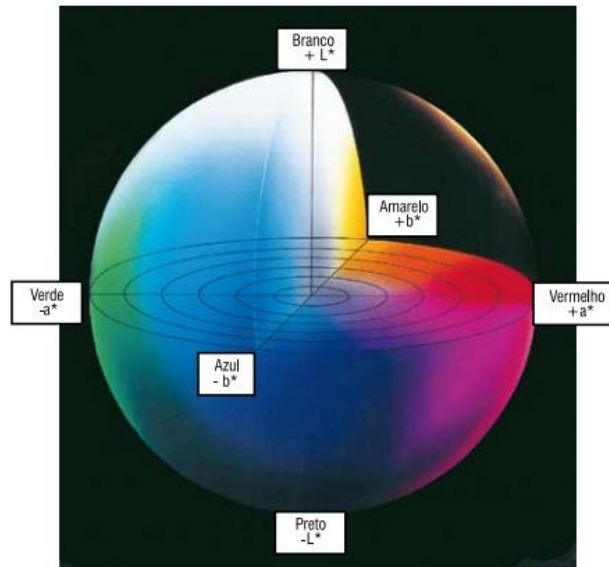
temperatura de armazenamento influenciam os fatores intrínsecos da cor da carne. Frequentemente estes fatores resultam em alterações não só ao nível da cor, mas também ao nível da velocidade e extensão do declínio de pH *post-mortem*, quantidade de desnaturação de proteína na conversão do músculo em carne e quantidade de antioxidantes presentes na carne (Hunt e King, 2012). A cor vermelha brilhante tipicamente presente num produto curado como o presunto, deve-se à formação de nitromioglobina, resultado da reação do óxido nítrico com a mioglobina. Quando um produto sofre defumação, algumas cores escuras superficiais surgem decorrentes da decomposição pirolítica de madeira (Barbosa, 2017).

- ii. Luminosidade ( $L^*$ ), coordenada cromática ( $a^*$ ) e ( $b^*$ ), cromaticidade (C) e ângulo de tono ( $h^\circ$ )

Numa tentativa de explicar o mecanismo de percepção de cor pelo olho humano, o sistema CIE (Comissão Internacional de Iluminação) desenvolveu uma escala de cor (" $L$ ", " $a$ " e " $b$ "). O sistema CIELAB estabelece coordenadas uniformes no espaço tridimensional da cor, relacionando a cromaticidade com a luminosidade, convertendo para coordenadas padrão de expressão de espaço de cor  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (vermelho) e  $b^*$  (amarelo) (Barbosa, 2017) conforme demonstra a Figura 2.8.

A escala, " $L$ ", determina a luminosidade da matéria, que varia de 0 (preto) e 100 (branco). Os valores de " $a$ " e " $b$ " representam níveis de tonalidade e saturação, com " $a$ " positivo a corresponder à cor vermelho, " $a$ " negativo a indicar coloração verde, " $b$ " positivo indicativo da cor amarelo e " $b$ " negativo a corresponder à cor azul (Costa, 2015).





**Figura 2.8: Diagrama de cor do sistema CIELAB (Bridi e Silva, 2009)**

A partir das coordenadas  $a^*$  e  $b^*$ , é possível determinar o ângulo de tono ( $h^\circ$ ) que está diretamente relacionado com o estado químico do pigmento resultante da oxidação da mioglobina, correlacionado a fatores *post-mortem*, que tem representação visual do estímulo vermelho-verde e amarelo-azul (com valores entre 0 e 360) de acordo com a seguinte equação.

$$h^\circ = \arctan \frac{b^*}{a^*} \times \frac{180}{\pi}$$

A partir das mesmas coordenadas  $a^*$  e  $b^*$ , é ainda possível calcular o valor Croma ( $C^*$ ) segundo a formula abaixo, que representa a coloração do estímulo (em proporção) da luminosidade de outro estímulo que aparece como branco, e que se encontra relacionado com a quantidade de mioglobina existente no tecido (características influenciadas por fatores *pre-mortem* tais como raça, ou quantidade de pigmento), com valores a oscilar entre 0 e 200 (Barbosa, 2017).

$$C^* = \sqrt{(b^*)^2 + (a^*)^2}$$

#### **2.6.5. Capacidade de retenção da água (CRA)**

A água é o maior constituinte da carne, correspondendo a cerca de 75% do seu peso (Schäfer *et al.*, 2002). A capacidade que a carne fresca tem de reter a sua

própria água durante o corte, aquecimento, trituração, pressão e durante o transporte, armazenamento e cozimento é definida como a capacidade de retenção de água. A necessidade de avaliação da capacidade de retenção da água está correlacionada não só com o aspeto geral do produto à data da compra, como influencia características nos produtos aquando do processamento (Hughes *et al.*, 2014). A menor capacidade de retenção de água implica perdas do valor nutritivo pelo exsudato libertado, resultando em carne mais secas e com menor maciez (Huff-Lonergan e Lonergan, S., 2005).

Os fatores que afetam a CRA são variados e complexos. *Ante-mortem*, o genótipo, o stress pré-abate e métodos de atordoamento sabe-se que tem repercussões ao nível da capacidade da carne reter água. *Post-mortem*, a velocidade de arrefecimento da carcaça, a idade, e maioritariamente a temperatura da carcaça *post-mortem* e rápido decréscimo de pH, afetam a CRA. De facto, sabe-se que se 45 minutos *post-mortem*, se verificar um decréscimo de pH para valores iguais ou inferiores a 6.0, acompanhado de temperatura da carcaça elevada, verifica-se a desnaturação de proteínas contrateis com impacto ao nível da capacidade de retenção da água (Lawson, 2004).

A água libertada pode ser descrita como perdas por exsudação, descongelação ou cocção (Hughes *et al.*, 2014).

#### i. Perdas por cocção (“cooking loss”)

A análise das perdas de água por cocção é fundamental para determinar índices de qualidade da carne, por estar associada ao rendimento da carne no momento do consumo, além de influenciar características como cor, força de cisalhamento e suculência da carne (Aaslyng *et al.*, 2003)

Perdas de água durante a cocção são comuns, através de perda de água na forma líquida, onde o exsudato fica no recipiente utilizado na confeção, ou por evaporação dentro do forno. Perdas por cocção rondam, por norma, os 20.2% (Teixeira e Fernandes, 2015) sendo que quanto maiores as perdas de água, menores teores de água na carne, com repercussões no aumento da dureza e secura da carne, e posterior rejeição desta por parte do consumidor (Li *et al.*, 2012). A perda de água

por cocção pode ser calculada através da diferença entre o peso inicial da carne (pré-confeção) e o peso final (após cocção), expressa em percentagem.

Estudos demonstram a existência de uma correlação entre a capacidade de retenção de água na carne de porco crua e a percentagem de perda de água por cocção, no entanto esta correlação encontra-se dependente da temperatura de confeção (Aaslyng, 2003).

#### ii. Perdas por exsudação (“drip loss”)

Durante a conversão *post-mortem* do músculo em carne, ocorrem alterações ao nível da capacidade de retenção da água, e como resultado, verifica-se a libertação de fluido composto por água e proteínas dissolvidas que é libertado sem a aplicação de forças externas (à exceção da gravidade), denominadas perdas por exsudação (Jennen, 2007).

Laack e Smulders (1991) constataram que a perda de água por exsudação não depende apenas de fatores intrínsecos (como a genética do animal e tipo de músculo), mas também do manejo pré-abate e da velocidade de resfriamento da carcaça. Estes fatores repercutem-se na velocidade da glicólise *post mortem* e na redução da temperatura do músculo, dois parâmetros determinantes no grau de desnaturação proteica. Um processo de glicólise muito rápido nos músculos com temperatura superior a 34°C, resulta numa desnaturação severa das proteínas e consequentemente numa redução da Capacidade de Retenção da Água e pode induzir a ocorrência de carnes PSE (Offter e Knight, 1998; Vermeulen *et al.*, 2016).

Mudanças psicológicas associadas ao stress no manejo animal, induz também um aumento na corrente sanguínea da concentração de lactato, o que resulta num aumento das perdas por exsudação das carnes de porco (Hambrecht, 2004).

Valores entre 4 e 8% são, de acordo com Fischer (2007), entendidos como aceitáveis para o músculo *Longissimus*.

#### iii. Perdas por descongelação (“thawing loss”)

A necessidade de prolongar o tempo de vida útil dos alimentos, nomeadamente da carne, levou ao surgimento de métodos de conservação por congelamento. O

processo de congelação e descongelação das carnes influencia amplamente a fração de água presente nas mesmas. Uma vez que a água se encontra contida dentro e entre as fibras musculares da carne, são criados compartimentos no tecido que complicam o processo de congelação e posterior descongelação, que resulta muitas vezes na perda da qualidade e características da carne (Leygonie *et al.*, 2012).

#### **2.6.6. Parâmetros de textura**

A textura é considerada a característica mais importante após a compra e pode ser determinada como a facilidade de mastigar a carne com sensações de incisão, corte e resistência à rutura (Sobrinho *et al.*, 2005). O valor comercial da carne está baseado no seu grau de aceitação pelo consumidor, que está diretamente relacionado aos atributos de palatabilidade e tenrura do produto final, segundo Resurreccion (2003). A textura da carne pode ser avaliada subjetivamente, por meio de análises sensoriais, ou objetivamente, através de análises instrumentais que permitem simular as forças obtidas aquando da mastigação ou mordida. Os métodos mais utilizados para avaliação da textura dos alimentos são o método da força de cisalhamento (Warner-Bratzler) e o método de compressão TPA (análise do perfil de textura) que em conjunto fornecem informações sobre a estrutura miofibrilar e tecido conjuntivo (Huidobro *et al.*, 2005).

Força de cisalhamento é a intensidade necessária a aplicar pela mandíbula num pedaço de carne para rompimento das miofibrilas até ao ponto de deglutição define-se como força de cisalhamento. Uma maior força utilizada para o cisalhamento indica maior dureza da carne, o que se repercute diretamente ao nível da maciez da carne (Moura, 2015).

A análise ao perfil de textura (TPA) simula a mastigação do alimento, com aplicações sucessivas da força, simulando a ação de compressão dos dentes, através de uma sonda cilíndrica de diâmetro variável. Baseia-se nos parâmetros de dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade, obtidos por análise à curva de força ao longo do tempo ou deformação (Fialho, 2018).

### Dureza

A dureza define-se como a força que é necessária aplicar para comprimir um alimento entre os molares, para se obter uma deformação (Válková *et al.*, 2007). Para a carne de porco Bísaro de animais abatidos com pesos vivos próximos dos 110kg, Teixeira e Fernandes (2015) descrevem valores ideais de 5.44 kgf, afirmando que valores entre 6.62 e 9.60 kgf conduzem a carnes ligeiramente duras e pouco tenras.

### Elasticidade

A elasticidade refere-se à velocidade que um alimento demora para voltar à sua condição original, após remoção da força deformante (Nollet e Toldrá, 2009).

### Coesividade

A coesividade pode ser entendida como a extensão a que um alimento pode ser deformado até que haja rutura, isto é, até que haja rompimento das ligações internas que dão corpo ao produto (Nollet e Toldrá, 2009).

### Gomosidade

A energia necessária para desintegrar um alimento semissólido a um estado em que possa ser deglutido entende-se como gomosidade, e encontra-se intimamente relacionado com os parâmetros de dureza e coesividade (Christensen, 2012).

### Mastigabilidade

A mastigabilidade permite determinar o número de mastigações necessárias para que a carne esteja em condições de ser deglutida. Desta forma apresenta alta correlação positiva com a maciez da carne. Mastigabilidade é obtido pelo produto da dureza, coesividade e elasticidade (Ferreira, 2017).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Animais e desenho experimental

Para avaliar o efeito da alimentação na qualidade da carcaça, da carne e do presunto de porco da raça Bísara, utilizaram-se 30 porcos, 15 machos castrados e 15 fêmeas. Estes foram divididos em 3 grupos designados por Lote 1, Lote 2 e Lote 3, ficando cada grupo constituído por 5 machos e 5 fêmeas. Em comum, os porcos dos três lotes foram criados no mesmo regime semiextensivo, estabulados em túnel tipo estufa com aproximadamente 3 m<sup>2</sup>/animal, e com acesso livre ao exterior, onde dispunham de cerca de 200 m<sup>2</sup>/animal, diferindo apenas na alimentação de cada grupo.

Os 30 animais foram sujeitos à mesma fase de crescimento de 98 dias. Nos primeiros 21 dias foi utilizado concentrado de iniciação, 1.5 kg/animal/dia, que posteriormente foi substituído por concentrado de crescimento, 1.5 kg/animal/dia, e farinha de milho, 0.4 kg/animal/dia, até os animais atingirem pesos vivos de aproximadamente 80 kg. Posto isto, iniciou-se a fase de acabamento até se atingirem pesos vivos de 110-130 kg, com a formulação de três tipos de alimentação diferentes. Em comum todos foram alimentados com concentrado e farinha de milho, no entanto, o lote 1 e o lote 2 tiveram as suas alimentações parcialmente substituídas por alimentos mais acessíveis e sustentáveis para os produtores conforme se evidencia na tabela seguinte:

**Quadro 3.1: Fases de ensaio e respetivas durações e alimentações para os 3 lotes em análise.**

|   | <b>Fase de crescimento (início do ensaio - 98 dias)</b>           |  |
|---|---|--|
|   | <b>0-21 dias</b>  | <b>21-98 dias</b>  |
| Lote 1, Lote 2 e Lote 3                     | 1.5 kg/animal/dia concentrado de crescimento                      | 1.5 kg/animal/dia concentrado de crescimento + 0.4 kg/animal/dia |
| <b>Fase de acabamento (98 dias - abate)</b> |   |  |
| Lote 1                                      | Concentrado + farinha de milho + sementes de germinados de cevada |  |
| Lote 2                                      | Concentrado + farinha de milho + Batata (crua)                    |  |
| Lote 3                                      | Concentrado + farinha de milho                                    |  |

### 3.2. Desempenho de crescimento

Os animais envolvidos no ensaio foram individualmente pesados a cada 14 dias. Durante as fases de crescimento e acabamento, o consumo alimentar por grupo foi registado diariamente. A alimentação total (kg) em cada uma das fases resulta da soma das quantidades de alimento disponibilizadas a cada lote. A quantidade de alimento ingerida por dia, resulta da divisão do parâmetro anterior, alimentação total, pelo período de tempo que compõe cada uma das fases. O crescimento foi estimado com base no cálculo do ganho médio diário (GMD, kg/dia) e índice de conversão alimentar (ICA, kg alimento/kg ganho de peso vivo) de acordo com as seguintes fórmulas:

$$GMD \text{ (kg/dia)} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Idade final} - \text{Idade inicial}}$$

$$ICA \text{ (kg alimento/kg ganho de PV)} = \frac{\text{Consumo alimentar por período de tempo}}{\text{Ganho de peso nesse período de tempo}}$$

### 3.3. Abate dos animais

Todos os animais foram abatidos com pesos vivos de aproximadamente 125 kg, no matadouro de Linda Rosa em Barcelos, Portugal, localizado a cerca de 35 km do local de produção dos animais na ESA-IPVC, em Refoios, Ponte de Lima. O abate ocorreu em três datas distintas, a 9 de maio, 17 de maio e 14 de junho. Após o abate, as carnes permaneceram refrigeradas (4°C) durante 24h, tendo sido posteriormente acondicionadas em camião frigorífico e transportadas para a empresa Minho Fumeiro (Ponte de Lima, Portugal), onde se procedeu à desmancha.

### 3.4. Estudo morfológico das carcaças

Na sala de desmancha da empresa, 24 horas *post-mortem*, procedeu-se na metade esquerda da carcaça, à determinação das principais medidas lineares morfológicas com recurso a fita métrica flexível, pesos da carcaça fria e cálculos de rendimentos de carcaça, de acordo com a metodologia proposta por Peinado *et al.* (2004).

Para o estudo do tecido muscular, foram selecionados os músculos *Longissimus lumborum* e *Gluteus medius* da metade esquerda das carcaças. Para o estudo do

tecido adiposo foram selecionadas porções de tecido subcutâneo ao nível do lombo e para processamento do presunto, recorreu-se à perna da metade esquerda da carcaça dos porcos.

A partir da primeira vértebra lombar do músculo *Longissimus lumborum* e do músculo *Gluteus medius* foram retiradas duas secções de 2.5 cm e uma secção de 1.5 cm. A primeira secção colocada em saco e refrigerada a 4°C, permitiu a realização das análises físico-químicas até 48h (pH, cor, pigmentos, Aw, humidade, etc.). A segunda secção foi submetida a tratamento permitindo a congelação das amostras para as restantes análises físico-químicas. A terceira secção foi conservada e armazenada para parceiros do projeto.

### 3.5. Produção de presunto tradicional *versus* presunto com teor de sal reduzido

Após abate e posterior desmancha, retirou-se a perna da metade esquerda da carcaça e procedeu-se ao agrupamento das peças em dois grupos distintos de acordo com a data em que os animais foram abatidos para produções diferenciadas de presunto. O primeiro grupo, grupo A, com peças de animais provenientes dos dois primeiros abates, foi processado de forma tradicional com utilização de vinho branco. O segundo grupo, grupo B, foi processado de forma inovadora com vinho tinto e reduzido teor de sal, com acréscimo de pimentão doce. O agrupamento dos presuntos nos 2 grupos encontra-se descrito no quadro 3.2.

**Quadro 3.2: Identificação dos dois grupos de presuntos tendo em conta o lote de origem do animal e o género do porco Bísaro.**

| Grupo   | Lote    | Machos (n) | Fêmeas (n) | Machos (%) | Fêmeas (%) |
|---|---------|------------|------------|------------|------------|
| A: processamento tradicional com vinho branco | 1 (n=4) | 4          | 0          | 29         | 0          |
|   | 2 (n=4) | 2          | 2          | 14         | 14         |
|   | 3 (n=6) | 3          | 3          | 21         | 21         |
| B: processamento inovador com vinho tinto     | 1 (n=6) | 1          | 5          | 7          | 36         |
|   | 2 (n=6) | 3          | 3          | 21         | 21         |
|   | 3 (n=2) | 1          | 1          | 7          | 7          |



### **3.5.1. Processamento dos presuntos**

Cinco dias após a desmancha das carcaças, todos os presuntos foram sujeitos a nitrificação com temperaturas entre os 0°C-2°C, durante uma semana.

Posto isto procedeu-se à salga. No grupo A, os presuntos foram sujeitos a salga com sal e vinho branco; no grupo B, os presuntos receberam salga com vinha d'alhos de vinho tinto com reduzido teor de sal. Todos ficaram em câmaras de refrigeração a temperatura de 0°C-2°C durante 11-13 dias. Após este período, procedeu-se à retirada do excesso de sal e os presuntos foram pendurados em carrinhos de fumeiro e colocados em câmaras de refrigeração a 0°C- 2°C durante cerca de três semanas.

Iniciou-se posteriormente o processo de demolha, onde os presuntos foram lavados e colocados em água durante 24 horas a 10°C. Durante os 20 dias seguintes, estes foram pendurados e colocados em câmara de refrigeração.

Finalmente iniciou-se o processo de cura. Os presuntos foram lavados e escorridos, pincelados com vinho branco e bagaço (Grupo A) ou vinho tinto, bagaço e pimentão (Grupo B). O grupo A foi colocado em câmaras a 0°C-2°C durante 15 dias, e o grupo B depois deste procedimento, ainda foi introduzido numa sala de fumo a temperatura de 10°C-15°C durante um mês. Posteriormente, e uma vez que a lavagem tem como objetivo evitar o crescimento de bolores, efetuaram-se lavagens constantes, de 15 em 15 dias sensivelmente durante 12-13 meses, com vinho branco e bagaço para o grupo A e com vinho tinto e bagaço para o grupo B. Para este último grupo, os presuntos passaram ainda para uma sala de fumo para receber o aroma de fumo, durante 1 mês, e posteriormente foram passados para uma sala de refrigeração (10°C-12°C) até ao fim da cura, durante 24 horas tal como o grupo A.

## **3.6. Composição química**

### **3.6.1. Determinações de pH**

No *Longissimus lumborum*, 60 minutos *post-mortem* procedeu-se à medição do pH diretamente na carcaça, com recurso a potenciómetro portátil (Hanna Instruments, Eibar, Espanha) equipado com sonda de penetração, repetindo-se a medição 24

horas após abate. Novas medições de pH foram efetuadas 48 horas *post-mortem* no *Longissimus lumborum* e no *Gluteus medius* com medidor de pH digital (Thermo Orion 710 A+, Cambridgeshire, Reino Unido). O presunto após cura de 15-16 meses, foi sujeito a medição através do mesmo equipamento.

### 3.6.2. Humidade

A percentagem de humidade foi determinada de acordo com a Norma Portuguesa (NP) 1614 (1979). Para tal, primeiramente, procedeu-se ao tratamento de areia: areia de granulometria entre 0.25 – 1.4 mm foi lavada com água corrente e posta a ferver com ácido clorídrico (HCl) (1+1), durante 30 minutos, agitando. Esta operação foi repetida até que o preparado deixasse de se tornar amarelo com a ebulição. Posto isto, efetuou-se a lavagem da areia com água destilada, até o papel azul de tornesol ter deixado de virar para vermelho. Em seguida, colocou-se a areia em estufa a  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e calcinou-se a  $550^{\circ}\text{C}$  (colocando em frasco fechado).

Em cápsula de porcelana, colocou-se 20 a 30 g de areia tratada e uma vareta de vidro, e introduziu-se a mesma em estufa a  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante pelo menos 1 hora, arrefeceu-se em exsiccador e pesou-se o conjunto. Pesou-se 1 g de amostra para a cápsula, aos quais se adicionaram 10 mL de etanol e misturou-se com vareta. Colocou-se a cápsula em banho de água (placa de aquecimento) até evaporação do etanol, e secou-se na estufa a  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante pelo menos 2 horas. Finalmente, transferiu-se a cápsula para exsiccador e pesou-se.

A percentagem de humidade (% H) foi obtida de acordo com a seguinte expressão:

$$\% H = \frac{m_{(\text{areia}+\text{cápsula}+\text{vareta}+\text{amostra})\text{inicial}} - m_{(\text{cápsula}+\text{vareta}+\text{areia})\text{após secagem}}}{m_{(\text{areia}+\text{cápsula}+\text{vareta}+\text{amostra})\text{inicial}} - m_{(\text{cápsula}+\text{vareta}+\text{areia})\text{inicial}}} \times 100$$

### 3.6.3. Cinza

O teor de cinzas foi calculado de acordo com a NP 1615 (1979) utilizando como reagente o acetato de magnésio a 15%. Após colocar o cadinho na mufla a 550-600°C por 30 minutos, arrefeceu-se e pesou-se. Colocou-se 5 g de amostra e adicionou-se 1 cm<sup>3</sup> de acetato de magnésio. Secou-se em estufa, carbonizou-se, colocou-se em mufla a 550-600°C, e pesou-se após arrefecimento. A percentagem de cinza (% Cinza) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$\% \text{ Cinza} = \frac{m_{(\text{cadinho}+\text{amostra})\text{calcificada}} - m_{(\text{cadinho})} - m_{\text{MgO}}}{m_{(\text{amostra})}} \times 100$$

#### 3.6.4. Proteínas

Para determinação da percentagem de proteínas, procedeu-se primeiramente à determinação do azoto total de acordo com a NP 1612 (1979). Introduziu-se 0.5 – 1.0 g de amostra em tubo de Kjeldahl, com 2 pastilhas “kjeltabs” catalisadoras. Adicionou-se 12 mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrado, digeriu-se a 420°C com vácuo, até a amostra ficar incolor. Em seguida, após arrefecimento, adicionou-se 75 mL de água, aqueceu-se o sistema de destilação e adaptou-se o tubo de Kjeldahl ao sistema de destilação. Para recolher o destilado, colocou-se um erlenmeyer com 25 mL de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) a 4% com solução indicadora combinada, resultante da junção de solução vermelho de metilo (de concentração 0.2 g em 100 mL de etanol), com a solução azul de metileno (0.1 g em 50 mL de etanol), fazendo incidir a extremidade do tubo de saída do destilado no seio do ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>). Adicionaram-se 50 mL de hidróxido de sódio (NaOH) a 40% ao tubo de Kjeldahl, destilaram-se 300 mL, titular com ácido clorídrico (HCl), padronizado.

Para padronização do HCl, pesou-se em rigor 2.5 g carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) e adicionou-se a um balão de diluição de 1 L, agitou-se. Mediu-se 20 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e titulou-se com HCl 0.1 N. A concentração exata de HCl foi determinada com a seguinte fórmula.

$$N(\text{HCl}) = \frac{m_{(\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{g})} \times V_{(\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{mL})}}{53.00 \times V_{(\text{HCl}/\text{mL})}}$$

A percentagem de azoto total foi obtida através da seguinte equação:

$$\% \text{ Azoto} = \frac{V_{(\text{HCl amostra})} - V_{(\text{HCl branco})} \times N_{\text{HCl}} \times 14.007}{m_{(\text{mg})}} \times 100$$

A percentagem de proteínas na amostra é resultado do produto da percentagem de azoto total com 6.25.

### 3.6.5. Cloretos

O teor de cloretos foi determinado através do método de Charpentier-Volhard, onde a solução nítrica contendo o íon de prata foi titulada com tiocianato de potássio, em presença de íon ferro (III), que foi adicionado na forma de solução saturada de sulfato de amônio e ferro (III). Para tal, 10 g de amostra foram pesados e arrastados com água quente para balão de 100 mL, agitando e arrefecendo à temperatura ambiente. Adicionou-se 2 mL de ferrocianeto de potássio ( $K_4Fe(CN)_6$ ) e agitou-se. Posteriormente, adicionou-se 2 mL de acetato de zinco ( $Zn(CHCO_2)_2$ ) e agitou-se novamente. Deixou-se repousar durante cerca de 10 minutos. Aferiu-se a 100 mL e filtrou-se através de filtro de pregas.

Em erlenmeyer, colocou-se 10 mL do filtrado anterior, adicionou-se 1 mL de ácido nítrico ( $HNO_3$ ), 50 mL de água destilada, 10 mL de nitrato de prata ( $AgNO_3$ ) e 1 mL de sulfato de amônio e ferro (III) ( $NH_4Fe(SO_4)_2$ ), e repousou-se 10 minutos. Finalmente, adicionou-se 1 mL de nitrobenzeno ( $C_6H_5NO_2$ ) e titulou-se com tiocianato de potássio (KSCN).

### 3.6.6. Atividade da água ( $A_w$ )

A atividade da água foi determinada usando um medidor de  $A_w$  da marca Novasina RTD 502 previamente calibrado com cloreto de sódio (NaCl) e sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ).

## 3.7. Parâmetros colorimétricos

### 3.7.1. Parâmetros de cor

Os parâmetros de cor foram medidos após 15 minutos com três leituras a cada ponto, e com recurso a um colorímetro CM-600d (Minolta Chroma Meter Measuring Head, Osaka, Japan) para estimar a cor da carne no espaço CIELAB: luminosidade,  $L^*$ , vermelho,  $a^*$ , e amarelo,  $b^*$ , e a partir destes dois últimos parâmetros, os valores de  $C^*$  e  $h^*$  foram determinados de acordo com as seguintes fórmulas:

$$c^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$h^\circ = \arctan \frac{b^*}{a^*} \times \frac{180}{\pi}$$

Da mesma forma, o presunto foi submetido às mesmas medições com amostras retiradas do *Biceps femoris*. Antes de cada série de medições, o equipamento foi calibrado com um cerâmico branco.

### **3.7.2. Mioglobina, metamioglobina e oximioglobina**

O conteúdo relativo de mioglobina, metamioglobina e oximioglobina foi baseado em medidas de atenuação reflexa da luz incidente nos pontos isobéricos 572, 525, 473 e 730 nm de acordo com a metodologia proposta por Krzywicki (1979).

## **3.8. Capacidade de retenção da água**

### **3.8.1. Perdas de água por cocção**

Do lombo, cortou-se um quadrado com 6 cm de lado, pesou-se e colocou-se a amostra em saco escrevendo a sua referência. Faz-se o vácuo a 80% e introduziu-se o termopar no centro da amostra e colocou-se em banho de água quente (superior a 71°C). Quando a sonda indicou 71°C, retirou-se o saco e a sonda do banho. Com tesoura, cortou-se o saco por cima e por baixo, escoou-se e colocou-se sobre tabuleiro a arrefecer dentro do saco. Seguidamente, efetuou-se a pesagem com a amostra fria.

As perdas por cocção foram calculadas de acordo com a seguinte fórmula de cálculo:

$$\text{Perda por cocção} = \frac{\text{Peso carne crua} - \text{Peso carne cozida}}{\text{Peso carne crua}} \times 100$$

### **3.8.2. Perdas de água por exsudação**

Para realização desta análise, 48 horas após o abate, procedeu-se ao corte de paralelepípedos com 2 x 4 x 0.6 cm (com uma massa média de 8 grama). Em seguida, numa caixa hermética com tampa, colocou-se as amostras suspensas numa rede a 4°C durante 48 horas sem pressão mecânica. Após retirada das gotas visíveis, pesou-se. As perdas de água por exsudação foram calculadas através da diferença entre o peso inicial da amostra e o peso final da mesma.

### 3.8.3. Perdas de água por descongelação

48 horas após abate, procedeu-se ao corte de amostras com 2 x 4 x 0.6 cm, que foram pesadas e em seguida congeladas durante 5 dias em sacos.

### 3.8.4. Textura

#### i. Teste de Warner-Bratzler (WB)

Para realizar o teste de WB, recorreu-se a analisador de textura (TA-XT2 da Stable Micro Systems, Reino Unido). A partir das amostras da análise das perdas por cocção, e com recurso a lâmina afiada, aparou-se o quadrado da amostra, cortando os mesmos em 3 tiras com aproximadamente 10 x 10 x 25 mm (altura, largura e comprimento), que foram cortados perpendicularmente à direção da fibra muscular através de uma lâmina de cisalhamento de WB, com aresta de corte de ranhura triangular (1 mm de espessura) a uma velocidade de cabeça transversal de 3.33 mm/s. A força de cisalhamento máxima, firmeza e corte de trabalho realizado para cortar a amostra foram obtidos. A força de cisalhamento máxima foi demonstrada pelo pico mais alto da curva força-tempo, e representa a resistência máxima da amostra ao corte. A firmeza foi representada pelo declive desde o início do corte até ao ponto mais alto da curva força-tempo e o corte de trabalho obtido pela área sob a curva.

A força dada no equipamento (em kg) foi posteriormente corrigida com as seguintes fórmulas:

$$\text{Área (cm}^2\text{)} = \frac{\text{Altura (mm)} \times \text{Largura (mm)}}{100}$$

$$\text{Força corrigida (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Força (kg)}}{\text{Área (cm}^2\text{)}}$$

#### ii. Análise ao perfil de textura (TPA)

As análises ao perfil de textura foram efetuadas no presunto curado, em amostras com 1x1x2 cm (altura, largura e comprimento) com recurso a equipamento

analisador de textura (TA-XT.plus, Stable Micro Systems, GoUK) de acordo com Lorenzo e Franco (2012).

### **3.9. Parâmetros lipídicos**

#### **3.9.1. Matéria gorda total**

Para determinação da matéria gorda total, e de acordo com a NP 1613 (1979), começou-se por secar em estufa a  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$  o balão do soxhlet por 1 hora, arrefecendo-o e pesando-o em seguida.

Pesar cerca de 3-5 g de carne picada para um erlenmeyer, adicionar 50 mL de HCl 4 N (100 mL HCl + 200 mL H<sub>2</sub>O) e cobrir com vidro de relógio. Aquecer à ebulição e manter 1 hora, agitando. Juntar 150 mL de água quente, filtrar por gravidade, lavar o filtro e o funil com água quente até que as águas de lavagem não modifiquem a cor do papel de tornesol. Posteriormente, colocar o filtro numa caixa de Petri e secar 1 hora a  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Enrolar o papel de filtro e introduzir no cartucho de extração (retirando toda a matéria gorda da caixa de Petri utilizando papel humedecido em éter de petróleo). Colocar o cartucho no soxhlet, adicionar 210 mL de éter de petróleo no balão do soxhlet e adaptar o balão ao soxhlet.

Por fim, iniciar a extração e continuar por 6 horas. Retirar o balão e evaporar o solvente em evaporador rotativo, secar a  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 1 hora, arrefecer e pesar. A percentagem de matéria gorda é calculada segundo a fórmula:

$$\% \text{ Matéria Gorda} = \frac{m_{(\text{balão} + \text{gordura})} - m_{(\text{balão})}}{m_{(\text{amostra})}} \times 100$$

#### **3.9.2. Índice de Iodo**

A determinação do índice de iodo presente na gordura subcutânea foi adaptada da metodologia proposta por James (1999).

#### **3.9.3. TBARS**

Para determinação do índice de ácido tiobarbitúrico primeiramente procede-se à preparação de solução de ácido tricloroacético a 7.5% com 0.1% de EDTA, ácido etilonediamino tetra-acético, e 0.1% de galato de propilo – solução A.

Com recurso a balança analítica, pesar 15 g de amostra, adicionar 30 mL da solução A, extrair por 2 minutos e filtrar a solução. Medir para um tubo de ensaio 10.5 mL do extrato anterior e perfazer a 5 mL com a solução A. Adicionar 5 mL de reagente TBA 0,02 M, tapar e levar a banho-maria por 40 minutos. Arrefecer em água, agitando ligeiramente e medir a absorvância a 530 nm. Em paralelo, fazer um ensaio em branco substituindo a amostra por 5 mL da solução A.

Efetuar a solução padrão com 1,1,3,3,-tetrametaxipropano  $10^{-5}$  mol/mL em ácido tricloroacético a 7.5% com galato de propilo e EDTA, utilizando 1 mL da solução de 1,1,3,3,-tetrametoxipropano ( $10^{-2}$  M) em 1 L de solução A.

Proceder à determinação da reta de calibração, representar graficamente os valores de absorvância e retirar da reta o valor de  $\mu$ moles de aldeído malónico (MDA) para a amostra.

O índice de ácido tiobarbitúrico, isto é, a quantidade (mg) de aldeído malónico presente em 1000 g de amostra, é depois calculado através da seguinte expressão:

$$TBA = \frac{\mu M(MDA) \times MM(MDA)}{m_{amostra} \times V_{extrato}} \times 1000$$

### 3.10. Análise estatística

O efeito do regime alimentar nos parâmetros de qualidade físicos e químicos foi avaliado mediante análise de variância (ANOVA) com auxílio do software SPSS Statistics V.22. Para a comparação de médias recorreu-se ao teste de Tuckey, admitindo-se diferenças significativas para  $p < 0.05$ .



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os animais envolvidos no ensaio foram sujeitos a avaliações periódicas *in vivo* para monitorização do crescimento e índices produtivos. Após abate foram realizadas medições e análises para avaliação de alguns índices de qualidade na carne e no presunto do porco Bísaro.

### 4.1. Duração das fases de produção e respetivos regimes alimentares

A duração de cada fase de produção para os 3 lotes em estudo encontra-se evidenciada no quadro 4.1.

**Quadro 4.2: Duração de cada fase de produção dos porcos Bísaros envolvidos no ensaio.**

|                     | Lote 1         | Lote 2         | Lote 3         |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|
|                     | Duração (dias) | Duração (dias) | Duração (dias) |
| Fase de crescimento | 98.0           | 98.0           | 98.0           |
| Fase de acabamento  | 94.4           | 94.4           | 80.8           |
| Total do ensaio     | 192.4          | 192.4          | 178.8          |

A duração da fase de crescimento foi igual para os três lotes em estudo, 98 dias, no entanto, a duração da fase de acabamento foi inferior no lote 3. Neste lote, foram necessários apenas 80.8 dias para que os animais atingissem o peso desejado para se proceder ao abate, enquanto que o lote 1 e 2 precisaram de 94.4 dias.

Na fase de acabamento, os animais foram sujeitos a diferentes alimentações e a composição química destes alimentos, nomeadamente no que respeita à energia digestível, proteína bruta e matéria seca presente nos alimentos encontra-se descrita no quadro 4.2.

A quantidade de matéria ingerida pelos animais ao longo do ensaio nas duas fases de produção, calculada a partir dos dados indicados no anexo I e II encontra-se evidenciada no quadro 4.3.

**Quadro 4.2: Matéria seca, energia digestível e proteína bruta disponível na alimentação dos animais.**

| <b>Alimento</b>        | <b>Matéria seca (%)</b> | <b>Energia digestível (MJ/kg)</b> | <b>Proteína bruta (g/kg)</b> |
|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Concentrado comercial  | 90.0                    | 14.56                             | 167                          |
| Farinha de milho       | 87.0                    | 16.67                             | 97                           |
| Sementes de germinados | 11.0                    | 13.64                             | 209                          |
| Batata                 | 22.0                    | 15.45                             | 82                           |

**Quadro 4.3: Quantidade de matéria ingerida, energia digestível e proteína bruta das dietas dos porcos Bísaros nas duas fases de produção.**

| <b>Fase</b>        | <b>Dieta</b>                       | <b>Lote 1</b> | <b>Lote 2</b> | <b>Lote 3</b> |
|--------------------|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Crescimento</b> | Concentrado comercial (kg)         | 132.3         | 132.3         | 132.3         |
|                    | Farinha de milho (kg)              | 21.9          | 21.9          | 21.9          |
|                    | Alimentação total (kg)             | 154.2         | 154.2         | 154.2         |
|                    | Alimentação (kg/dia)               | 1.57          | 1.57          | 1.57          |
|                    | Energia digestível (MJ/porco/dia)  | 23.38         | 23.38         | 23.38         |
|                    | Proteína bruta total (g/porco/dia) | 247.13        | 247.13        | 247.13        |
| <b>Acabamento</b>  | Concentrado comercial (kg)         | 90.7          | 90.7          | 121.0         |
|                    | Farinha de milho (kg)              | 43.9          | 43.9          | 46.8          |
|                    | Sementes de germinados (kg)        | 16.6          | -             | -             |
|                    | Batatas (kg)                       | -             | 38.81         | -             |
|                    | Alimentação total (kg)             | 151.2         | 173.4         | 167.8         |
|                    | Alimentação (kg/dia)               | 1.60          | 1.84          | 2.08          |
|                    | Energia digestível (MJ/porco/dia)  | 24.14         | 28.09         | 31.48         |
|                    | Proteína bruta total (g/porco/dia) | 242.32        | 208.28        | 306.46        |

Na fase de crescimento todos os 30 animais ingeriram a mesma quantia concentrado comercial (132.3 kg) e farinha de milho (21.9 kg), num rácio de 1.57 kg/dia, correspondente a 23.38 MJ/porco/dia de energia digestível por lote e 247.13 g/porco/dia de proteína bruta. Na fase de acabamento os três lotes foram sujeitos a alimentações diferenciadas, sendo que o lote 3 obteve maior quantidade de matéria ingerida por dia (2.08 kg/dia), maiores quantidades de energia digestível

(31.48 MJ/porco/dia) e de proteína bruta (306.46 g/porco/dia) por comparação com o lote 1 e 2 (1.60 e 1.84 kg/dia de matéria ingerida por dia, 24.14 e 28.09 MJ/porco/dia de energia digestível e 242.32 e 208.28 g/porco/dia de proteína bruta para os lotes 1 e 2 respectivamente).

Uma vez que o lote 3 ficou sujeito a uma maior ingestão de alimento por dia, aliado a uma dieta mais rica sob o ponto de vista energético e proteico, o alcance do peso pretendido foi atingido mais precocemente neste lote comparativamente com os restantes lotes, ainda que não tenha sido uma diferença significativa.

#### **4.2. Desempenho de crescimento e rendimentos de carcaça**

Todos os animais envolvidos no ensaio foram sujeitos a avaliações periódicas *in vivo* para monitorização de índices produtivos e após abate foram realizadas medições e análises para avaliação de alguns índices de qualidade na carne e no presunto do porco Bísaro. No matadouro, duas carcaças do lote 3 foram rejeitadas por não apresentarem as condições necessárias de aceitabilidade, não participando nos cálculos efetuados neste ensaio.

O peso vivo adquirido pelos animais nas duas fases, calculado pela diferença de pesos vivos entre fases, assim como os índices de conversão alimentar (ICA), resultantes do quociente entre a quantidade de alimento fornecido e o aumento de peso em determinado período de tempo, GMD e rendimentos de carcaça, encontram-se descritos no quadro 4.4.

O ensaio foi iniciado aos 99.50, 97.70 e 101.25 dias de idade e pesos vivos de 25.78, 25.10 e 26.96 kg para os lotes 1, 2 e 3 respectivamente, sem ocorrência de diferenças significativas entre lotes. Nesta fase, todos os animais já haviam sido desmamados e encontravam-se aptos para iniciar a fase de engorda/crescimento.

**Quadro 4.4: Idades, pesos vivos, pesos adquiridos, GMD, ICA e rendimentos de carcaça dos porcos da raça Bísara, nos três lotes, nas duas fases de produção.**

|                                  | <b>Lote 1</b>     | <b>Lote 2</b>     | <b>Lote 3</b>     |             |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|
|                                  | <b>Média ± DP</b> | <b>Média ± DP</b> | <b>Média ± DP</b> | <b>Sig.</b> |
| <b>Início ensaio</b>             |                   |                   |                   |             |
| Idade (dias)                     | 99.50±3.27        | 97.70±6.75        | 101.25±1.49       | NS          |
| Peso vivo (kg)                   | 25.78±3.99        | 25.10±3.64        | 26.96±5.21        | NS          |
| <b>Fase final de crescimento</b> |                   |                   |                   |             |
| Idade (dias)                     | 197.50±3.27       | 195.70±6.75       | 199.25±1.49       | NS          |
| Peso vivo (kg)                   | 80.51±11.85       | 77.97±8.14        | 84.25±13.77       | NS          |
| Peso total adquirido (kg)        | 54.73±8.49        | 52.88±6.34        | 57.29±10.72       | NS          |
| GMD (kg/dia)                     | 0.56±0.09         | 0.54±0.06         | 0.58±0.10         | NS          |
| ICA (kg/kg)                      | 2.89±0.50         | 2.96±0.36         | 2.75±0.42         | NS          |
| <b>Fase final de acabamento</b>  |                   |                   |                   |             |
| Idade (dias)                     | 291.90±14.46      | 290.10±13.83      | 280.00±15.76      | NS          |
| Peso vivo (kg)                   | 115.96±14.11      | 119.78±10.30      | 127.18±13.80      | NS          |
| Peso total adquirido (kg)        | 35.46±5.52        | 41.80±7.77        | 42.93±8.16        | NS          |
| GMD (kg/dia)                     | 0.39±0.07         | 0.45±0.08         | 0.54±0.09         | NS          |
| ICA (kg/kg)                      | 4.36±0.67         | 4.28±0.79         | 4.02±0.67         | NS          |
| <b>Rendimento Carcaça</b>        |                   |                   |                   |             |
| Quente (%)                       | 75.65±2.48        | 76.42±1.40        | 77.38±1.32        | NS          |
| Fria (%)                         | 73.90±2.34        | 75.03±1.26        | 75.86±1.19        | NS          |

Embora sujeitos ao mesmo regime alimentar, no final da fase de crescimento o lote 3 evidenciou valores ligeiramente superiores no que concerne ao peso vivo, peso total adquirido e GMD e menores ICA sem diferenças significativas entre lotes. Efetivamente, à data do início do ensaio, o lote 3 já apresentava valores ligeiramente superiores no peso vivo e idade, o que pode ter conduzido a estes valores.

Os pesos vivos ao abate na raça Bísara são determinados de acordo com o objetivo final da produção. Se o objetivo for a produção de carne para consumo, os porcos são por norma abatidos aos 80-90 kg de peso vivo (Teixeira e Rodrigues, 2017).

No entanto se a finalidade for a produção de presuntos, são indicados pesos vivos ao abate ligeiramente superiores, que rondem os 110kg (Oliveira, 2012). Neste ensaio, todos os animais foram abatidos com pesos vivos próximos dos 100-130 kg, para tentar responder às exigências de qualidade tanto da carne como do presunto.

À data de abate, mais uma vez, o lote 3 evidenciou maiores pesos vivos e pesos vivos adquiridos, maior GMD e menor ICA a idades inferiores. Este lote ficou sujeito a maior ingestão alimentar e maior conteúdo de energia digestível e índice proteico, o que permitiu não só o alcance dos 110-130 kg mais precocemente, como permite justificar os valores ligeiramente superiores obtidos neste lote. Uma vez que possuem uma alimentação mais rica, o aumento de peso é maior e mais rápido nestes animais, e consequentemente o GMD também é superior. Pelo contrário, a quantidade de alimento necessária para que o animal aumente de peso, ICA, é inferior conforme observado neste ensaio. Ainda assim, as diferenças verificadas entre lotes não são suficientes para constituir diferenças significativas entre os lotes, o que comprova a eficiência dos porcos Bísaros na utilização de forragem e recursos alimentares tradicionais (nomeadamente sementes de cevada germinadas e batatas).

Para porcos Bísaros abatidos aos 65 kg em regime semiextensivo e alimentados à base de concentrado, Fialho (2018) verificou ganhos médios diários (kg/dia) de  $0.396 \pm 12.0$  o que é comparável com os valores obtidos neste ensaio. Comparando os animais deste ensaio, criados exclusivamente à base de concentrado tal como no estudo de Fialho (2018), observa-se que o GMD de  $0.54 \pm 0.09$  kg/dia é superior ao valor obtido pelo autor. Isto pode ser justificado pela diferença de peso vivo ao abate, que neste ensaio foi substancialmente superior, de 127.18 kg de peso vivo para o lote 3, para 65 kg para os Bísaros envolvidos no ensaio do autor anterior.

Relativamente aos rendimentos de carcaça dos animais com peso vivo ao abate de 115.96, 119.78 e 127.18 kg são de 75.65, 76.42 e 77.38% na carcaça quente e 73.90, 75.03 e 75.86% na carcaça fria, respetivamente do lote 1 ao lote 3, não se tendo verificado diferenças significativas nos três lotes. Os autores Silva *et al.*, (2019), para porcos Bísaros abatidos com pesos vivos entre os 88 e 124 kg,

descrevem valores de rendimentos de carcaça quente entre 73.4-77.6%, o que corresponde a valores semelhantes aos obtidos neste ensaio.

### 4.3. Gordura subcutânea

A grande maioria da gordura presente no animal, cerca de 90% da gordura total, encontra-se depositada subcutaneamente. No quadro 4.5, encontram-se alguns dos indicadores de qualidade do tecido adiposo subcutâneo avaliados nos animais deste ensaio.

**Quadro 4.5: Avaliação do efeito do sistema de alimentação nos parâmetros físico-químicos da gordura subcutânea fresca dos animais em estudo.**

|   | <b>Lote 1</b><br>Média±DP | <b>Lote 2</b><br>Média±DP | <b>Lote 3</b><br>Média±DP | <b>Sig.</b> |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| <b>Parâmetros físico-químicos</b>       |                           |                           |                           |             |
| Humidade (%)                            | 10.22±3.30                | 11.02±3.43                | 8.34±2.80                 | NS          |
| Gordura (%)                             | 86.66±6.91                | 87.28±4.59                | 89.19±2.86                | NS          |
| Índice de iodo (g I <sub>2</sub> /100g) | 68.52±5.78                | 67.11±4.65                | 62.02±7.59                | NS          |
| TBARS (mg MDA/kg)                       | 0.15±0.03                 | 0.12±0.04                 | 0.12±0.02                 | NS          |
| <b>Parâmetros colorimétricos</b>        |                           |                           |                           |             |
| L*                                      | 79.35±1.90                | 79.25±1.17                | 79.09±1.27                | NS          |
| a*                                      | 1.71±0.91                 | 1.44±0.72                 | 1.83±0.58                 | NS          |
| b*                                      | 8.87±0.83                 | 8.91±0.89                 | 8.95±1.16                 | NS          |
| C*                                      | 9.06±0.98                 | 9.04±0.96                 | 9.14±1.24                 | NS          |
| h°                                      | 79.45±4.67                | 81.08±3.91                | 78.63±2.39                | NS          |

#### 4.3.1. Parâmetros físico-químicos

##### Humidade e Gordura

Os índices de humidade e gordura do lote 3, foram superiores no que respeita à gordura (89.19%) e menores na humidade (8.34%) por comparação com o lote 1 (86.66% de gordura e 10.22% de humidade) e lote 2 (87.28% de gordura e 11.02% de humidade), no entanto as diferenças observadas entre lotes não são suficientes para serem consideradas significativas.

À medida que o peso vivo do animal aumenta, verifica-se também um aumento na espessura da gordura (Grave, 2015). Wood *et al.*, (2008) verificaram que a quantidade de lípidos é inversamente proporcional à humidade, com valores típicos para este tecido a oscilar entre os 70 e os 90% dependendo da idade, genótipo a alimentação dos animais. Efetivamente no ensaio realizado, os valores de humidade e gordura vão de encontro ao descrito pelos autores acima referidos.

#### Índices de iodo e TBARS

Os índices de iodo e de TBARS não apresentam diferenças significativas entre lotes, com valores entre 62.02 a 68.52 g I<sub>2</sub>/100g para o índice de iodo e 0.12 a 0.15 mg MDA/kg para as TBARS. Embora sem diferenças significativas, os lotes 1 e 2 apresentam valores ligeiramente superiores de índice de iodo, indicando maior número de ligações insaturadas, isto é, maior quantidade de ácidos gordos insaturados e/ou polinsaturados, e maior suscetibilidade da carne à rancidez oxidativa (Weber *et al.*, 2006).

Lo Fiego *et al.*, (2016) com recurso ao mesmo método analítico, referem valores de índice de iodo de 63.02-64.36 para animais abatidos aos 132.7 kg de peso vivo, o que se encontra próximo do obtido neste ensaio.

Relativamente aos índices de TBARS, embora sem diferenças significativas entre lotes, encontram-se bem abaixo dos 1.59 mg MDA/kg descritos como limiar de segurança para consumo, não constituindo perigo para a saúde dos consumidores, e encontrando-se dentro do descrito por Papastergiadis *et al.*, (2012) como aceitável para tecido adiposo de porco (inferior a 0.20 mg MDA/ kg).

#### 4.3.2. Parâmetros colorimétricos

Nos parâmetros colorimétricos da gordura subcutânea, foram obtidos valores de 79.09-79.35 para L\*, 1.44-1.83 para a\*, 8.87-8.91 para b\*, 9.04-9.14 para C\* e 78.63-81.08 para h°, sem diferenças significativas entre lotes.

Para Bísaros abatidos aos 65 kg, Fialho (2018) descreve valores de L\*, a\*, b\*, C\* e h° de, respetivamente, 80.7, 3.50, 5.17, 6.2 e 55.9, próximos dos obtidos neste ensaio. Os valores de vermelho (a\*) nas amostras do estudo são inferiores, e os de

amarelo ( $b^*$ ) superiores aos do estudo referido, no entanto esta diferença verificada entre o ensaio e o que refere o autor, pode ser justificada pelos pesos vivos ao abate e/ou idade do animal, já que são significativamente diferentes. Uma vez que uma maior concentração lipídica na gordura subcutânea contribui para a diluição dos vasos sanguíneos desse tecido, justifica-se que os animais envolvidos no ensaio apresentem menor valor de  $a^*$  e maior valor de  $b^*$  quando comparados aos animais envolvidos no ensaio de Fialho (2018).

#### **4.4. *Longissimus lumborum* e *Gluteus medius***

Dois dos músculos mais amplamente estudados nas carcaças de suínos. *Longissimus lumborum* e *Gluteus medius* foram sujeitos neste ensaio a uma série de análises e os resultados encontram-se sumariados no quadro 4.6. Independentemente do músculo em análise, não foram registadas diferenças significativas nos diversos parâmetros avaliados.

##### **4.4.1. Parâmetros físico-químicos**

###### **pH**

No músculo *Longissimus*, 60 minutos após abate, verificavam-se valores de pH entre os 5.93 e 6.20, que foram progredindo para valores cada vez mais baixos. 24 horas *post-mortem*, o pH neste músculo já apresentava valores de 5.55-5.69 e às 72 horas, alcançou valores de 5.52-5.57. O músculo *Gluteus medius* apresentou valores de pH às 72 horas entre 5.53-5.55.



**Quadro 4.6: Avaliação do efeito do sistema de alimentação nos parâmetros físico-químicos dos músculos *Longissimus lumborum* e *Gluteus medius* dos animais envolvidos no ensaio.**

|  | <i>Longissimus lumborum</i> |             |            |      | <i>Gluteus medius</i> |            |            |      |
|--|-----------------------------|-------------|------------|------|-----------------------|------------|------------|------|
|  | Lote 1                      | Lote 2      | Lote 3     |      | Lote 1                | Lote 2     | Lote 3     |      |
|  | Média±DP                    | Média±DP    | Média±DP   | Sig. | Média±DP              | Média±DP   | Média±DP   | Sig. |
| <b>Parâmetros físico-químicos</b>        |                             |             |            |      |                       |            |            |      |
| pH (60 min.)                             | 6.10±0.52                   | 5.93±0.43   | 6.20±0.15  | NS   | -                     | -          | -          | -    |
| pH (24h)                                 | 5.64±0.13                   | 5.69±0.16   | 5.55±0.25  | NS   | -                     | -          | -          | -    |
| pH (72h)                                 | 5.52±0.04                   | 5.57±0.07   | 5.55±0.06  | NS   | 5.53±0.04             | 5.55±0.05  | 5.55±0.05  | NS   |
| Humidade (%)                             | 72.17±0.53                  | 72.10±0.77  | 71.85±1.10 | NS   | 71.15±0.64            | 70.89±1.17 | 70.62±0.77 | NS   |
| Proteína (%)                             | 23.95±0.33                  | 24.07±0.43  | 23.71±0.32 | NS   | 23.62±0.42            | 23.61±0.40 | 23.27±0.35 | NS   |
| Gordura (%)                              | 2.93±0.82                   | 2.76±0.93   | 3.37±1.04  | NS   | 4.10±0.88             | 4.24±1.15  | 4.92±1.13  | NS   |
| Cinza (%)                                | 1.11±0.03                   | 1.09±0.02   | 1.10±0.03  | NS   | 1.10±0.03             | 1.07±0.03  | 1.08±0.03  | NS   |
| NaCl (%)                                 | -                           | -           | -          | -    | 0.09±0.01             | 0.10±0.01  | 0.09±0.00  | NS   |
| TBARS (mg MDA/kg)                        | 0.10±0.01                   | 0.10±0.01   | 0.11±0.02  | NS   | 0.11±0.01             | 0.11±0.01  | 0.12±0.01  | NS   |
| <b>Parâmetros colorimétricos</b>         |                             |             |            |      |                       |            |            |      |
| L*                                       | 48.18±2.24                  | 48.01±1.31  | 48.60±2.35 | NS   | 48.76±2.49            | 50.15±1.74 | 49.82±2.22 | NS   |
| a*                                       | 11.85±1.74                  | 11.61±0.91  | 11.85±0.93 | NS   | 13.55±1.58            | 13.99±0.91 | 13.56±0.68 | NS   |
| b*                                       | 6.40±2.06                   | 5.81±1.32   | 5.66±0.46  | NS   | 8.86±2.36             | 7.88±1.31  | 7.62±1.15  | NS   |
| C*                                       | 13.51±2.44                  | 13.01±1.33  | 13.15±0.82 | NS   | 16.24±2.46            | 16.09±1.17 | 15.58±0.93 | NS   |
| h°                                       | 62.13±4.70                  | 63.72±3.94  | 64.40±2.75 | NS   | 57.43±5.45            | 60.72±3.90 | 60.79±3.58 | NS   |
| Mioglobina                               | 45.34±14.37                 | 49.19±11.52 | 48.42±9.11 | NS   | 43.95±12.46           | 36.77±8.49 | 41.17±7.25 | NS   |
| Metamioglobina                           | 6.71±3.82                   | 6.68±4.99   | 6.24±2.85  | NS   | 12.59±4.49            | 13.11±2.16 | 11.91±4.08 | NS   |
| Oximioglobina                            | 47.94±11.91                 | 44.13±9.19  | 45.34±8.97 | NS   | 43.46±8.77            | 50.13±7.63 | 46.89±7.32 | NS   |
| <b>Parâmetros de textura</b>             |                             |             |            |      |                       |            |            |      |
| Força cisalhamento (kg/cm <sup>2</sup> ) | 3.19±0.56                   | 2.79±0.93   | 2.52±0.61  | NS   | -                     | -          | -          | -    |
| PPC (%)                                  | 21.76±2.73                  | 20.31±2.52  | 19.42±2.84 | NS   | -                     | -          | -          | -    |
| PPE (%)                                  | 4.58±1.16                   | 4.90±1.63   | 4.42±1.07  | NS   | -                     | -          | -          | -    |
| PPD (%)                                  | 7.57±2.62                   | 6.49±2.89   | 8.99±2.45  | NS   | -                     | -          | -          | -    |

De acordo com Bridi e Silva (2009), o pH aos 60 minutos pode indicar a presença ou não de carnes PSE ou DFD, pelo que para ser considerada uma carne normal deve, aos 60 minutos, apresentar pH igual ou superior a 5.8. Como neste ensaio se obtiveram valores de pH superiores a 5.8, pode afirmar-se à partida a ausência de carnes de qualidade inferior.

Machado *et al.*, (2008), para o músculo *Longissimus*, afirma que o pH aos 45 minutos *post mortem* pode atingir 6.06, e 24 horas *post mortem*, o pH da carne de porco tende a baixar para valores entre 5.3 e 5.7 (Costa, 2015; Leite *et al.*, 2015). Para mesmo músculo, Temperan *et al.*, (2014) descreve valores de pH às 72h de 5.52-5.60, pelo que os valores de pH obtidos neste ensaio para o músculo *Longissimus lumborum* encontram-se concordantes com os descritos pelos autores anteriores.

Para o músculo *Gluteus medius*, Fernandes *et al.*, (2015) refere valores médios de pH às 72 horas *post-mortem* de 5.60, o que mais uma vez se encontra muito próximo aos valores obtidos neste ensaio para o mesmo músculo.

#### Humidade

Os valores de humidade obtidos no músculo *Longissimus* foram entre 71.85% e 72.17%, e no *Gluteus*, os valores oscilaram entre 70.62 e 71.15%. Tal como espectável, o *Gluteus* possui mais gordura pelo que o valor de humidade é ligeiramente inferior ao do *Longissimus*.

A humidade se trata de um parâmetro fundamental na determinação da suculência da carne, e quanto maior a atividade do músculo, maior a quantidade de água nele presente e consequentemente, menor o teor de gordura (Goulart, 2013).

Os valores de humidade encontram-se concordantes com o descrito por Fialho (2018), que obteve valores entre 67.2 e 72.8%, Ribeiro *et al.*, (2007), que descreve valores entre 70.39 e 71.13% para animais abatidos entre 80-110 kg, e Silva (2016) que refere valores de 70.5 a 73.34%.

Para o músculo *Gluteus*, Leite *et al.*, (2015) evidenciaram valores de 72.70%, o que também se encontra muito próximo do obtido neste ensaio.

## Proteína

Neste ensaio, os valores de proteína no *Longissimus* e no *Gluteus* foram muito semelhantes com valores a oscilar entre os 23.27% e 24.07%. As proteínas tratam-se de fontes nutritivas muito completas, que desempenham um papel fundamental no organismo com atuação na reparação e construção de tecidos (Dias, 2011), e encontram-se altamente dependentes da alimentação fornecida aos animais: alimentações ricas em proteínas e aminoácidos, conduzem a um aumento no valor da proteína total do músculo. Para porcos Bísaros abatidos com cerca de 80-110 kg, Teixeira e Rodrigues (2017) descrevem valores de 23.29% para o *Longissimus* e 23.78% para o *Gluteus*, o que se aproxima do obtido neste ensaio.

## Gordura

O músculo *Longissimus* apresentou neste ensaio valores entre 2.76 e 3.37%, e o *Gluteus* valores superiores a oscilar entre os 4.10 e 4.92%. O GM apresenta maior quantidade de gordura armazenada pelo que, e como espectável, neste ensaio apresentou valores de gordura superiores ao LL.

A percentagem de gordura disponível no músculo pode oscilar de 1.5 a 5%, no entanto, peças com valores inferiores a 2% são consideradas inaceitáveis uma vez que não oferecem a suculência desejada pelo consumidor (Catela, 2013). Valores de gordura no músculo *Longissimus* entre 2.5 e 3.5% são mesmo descritos como fundamentais na garantia da textura e sabor ideais para consumo (Fialho, 2018) pelo que se pode afirmar a qualidade da carne deste ensaio.

Teixeira e Rodrigues (2017), descrevem valores de gordura ligeiramente superiores aos obtidos no ensaio com 3.74% para o músculo *Longissimus* e 5.51% para o *Gluteus*. Estas diferenças podem ser facilmente explicadas pelas diferentes condições alimentares a que os animais deste ensaio estiveram sujeitos, com restrição alimentar e menor ingestão de gordura, por comparação com o *ad libitum* a que os animais do estudo referido estiveram sujeitos.

## Cinza

Os valores de cinza observados para os dois músculos em análise encontram-se muito próximos com valores a oscilar entre os 1.07-1.11%. As cinzas de um alimento, em condições apropriadas, não podem ultrapassar os 15% (Arede, 2016) e tal como espectável, os valores obtidos neste ensaio são substancialmente inferiores a este limite. Para o músculo *Longissimus*, Lourenço *et al.*, (2009) obtiveram valores de cinza de 1.17% para raças comerciais, o que se aproxima do obtido neste ensaio. Para porcos da raça Bísara, Fernandes *et al.*, (2015) descrevem também valores ligeiramente superiores aos obtidos com 2.11% para o *Longissimus* e 2.13% para o *Gluteus*.

## Cloretos

Os cloretos foram calculados apenas para o *Gluteus medius*, tendo sido obtidos os valores de 0.09-0.10%, concordantes com os descritos por Teixeira (2010).

## TBARS

O índice de TBARS apresentou valores muito próximos nos dois músculos com 0.10-0.11 (mg MDA/kg) no LL e 0.11-0.12 (mg MDA/kg) no GM.

A oxidação lipídica, juntamente com a deterioração microbiológica é a primeira causa de perda da qualidade da carne de porco, determinando desta forma, a vida de prateleira dos produtos. A oxidação leva ao aparecimento de sabores e odores indesejáveis e potencia a formação de compostos tóxicos pelo que Lourenço (2009) define como valores ideais de 0.016-0.171 mg MDA/kg, (o que se enquadra nos valores obtidos no ensaio).

### 4.4.2. Parâmetros colorimétricos

Um dos fatores mais determinantes na tomada de decisão do consumidor sobre a aquisição de um produto é a cor que este apresenta. Neste ensaio, para o LL foram obtidos valores de 48.01-48.60 para L\*, valores de 11.61-11.85 para a\* e 5.66-6.40 para b\*. A partir destes valores foi calculado o índice de C\* e h° com valores obtidos entre os 13.01-13.51 e 62.13-64.40 respetivamente. Para o GM, foram obtidos

valores ligeiramente superiores para L\*, a\*, b\* e C\* (48.76-50.15, 13.55-13.99, 7.62-8.86 e 15.58-16.24 respetivamente) e inferiores para h° (57.43-60.79).

Raças comerciais tendem a possuir maior índice de a\* quando comparado com a raça Bísara (Muriel *et al.*, 2004). Estudos com a raça Bísara e Alentejana, sujeitos ao mesmo regime alimentar e manejo, demonstram que a raça Alentejana possui valores superiores da coordenada a\*, comprovando diferenças genéticas entre as raças. Para o *Gluteus medius* de porcos Bísaros abatidos aos 65 kg, Fialho (2018) descreve valores próximos dos obtidos neste ensaio tendo em conta a diferença significativa de pesos dos animais envolvidos no ensaio.

Relativamente os valores de mioglobina, metamioglobina e oximioglobina, o *Longissimus* apresenta neste estudo, respetivamente, valores de 45.34-49.19, 6.24-6.71 e 44.13-47.94, sendo maioritária a quantidade de pigmentos vermelho-púrpura e vermelho brilhante tal como espectável num corte fresco. O *Gluteus medius* apresenta valores de 36.77-43.95 para a mioglobina, 11.91-13.11 para metamioglobina e 43.46-50.13 para oximioglobina, sendo mais uma vez evidente a maior percentagem de coloração vermelho-púrpura e vermelho brilhante característicos da carne fresca.

Animais em regime de produção extensivo tendem a exercitar-se mais com consequente aumento no teor de pigmentos e mioglobina, no entanto a quantidade de mioglobina é fortemente afetada por fatores genéticos. Comparativamente com outras raças, a raça Bísara caracteriza-se por palidez da carne (Silva, *et al.*, 2000) o que se reflete num teor de mioglobina e coordenada cromática a\* inferior ao que se verifica noutras raças. Nas mesmas condições, o teor de mioglobina de porcos da raça Alentejana pode ser 91% superior ao da raça Bísara (Fialho, 2018).

#### **4.4.3. Parâmetros de textura**

##### **Força de cisalhamento**

De acordo com Ramos e Miranda (2017), a força de cisalhamento deverá apresentar um valor máximo de 3.2 kgf valor a partir do qual se excede o limite entre a maciez e a dureza para a carne de porco. Todos os valores obtidos neste

ensaio para o músculo LL, entre 2.52-3.19 kgf, encontram-se dentro dos limites aceitáveis, comprovando a qualidade da carne de porcos Bísaros envolvidos neste estudo. É de referir que os animais alimentados à base de concentrado foram os que apresentaram valores inferiores de força de cisalhamento, ou seja, maior maciez da carne, apesar de não haver diferenças significativas entre lotes. Por comparação com porcos da raça Celta abatidos aos 130-150 kg de peso vivo, Franco e Lourenço (2013) obtiveram valores força de cisalhamento de 2.5 kgf, o que mais uma vez se encontra muito próximo dos valores obtidos neste ensaio.

#### Perdas por cocção, exsudação e descongelamento

Dos fatores que mais conduz à insatisfação do cliente com a carne que adquire e consome, são as perdas associadas à cocção (PPC), exsudação (PPE) e descongelamento (PPD). Neste ensaio, no LL por cada 100g, entre 19.42 a 21.76g de produto é perdido aquando da confeção, 4.42-4.90 g perdem-se por exsudação e entre 6.49 e 7.57 g são perdidas após descongelamento das porções em estudo.

Perdas de água por exsudação são importantes pelo impacto que têm nas perdas de peso da carne (perdas de produto vendável) e redução ao nível da qualidade nutritiva (perda de vitaminas, proteínas e minerais solúveis). Fischer (2007) define como aceitáveis, perdas de água por exsudação entre os 4 e 8% para o músculo *Longissimus*, pelo que os resultados do ensaio se encontram dentro deste espectro.

Temperan *et al.*, (2014), para porcos Celta criados em regime extensivo, descrevem valores para PPC de 17.03%, valores ligeiramente inferiores aos obtidos neste ensaio com porcos Bísaros. Ainda para porcos desta raça, Franco *et al.*, (2013) obteve valores de 18.49, 4.37 e 8.84% para perdas por cocção, por exsudação e por descongelamento, respetivamente. Comparando com o ensaio, estes valores são ligeiramente inferiores nas perdas por cocção e exsudação, no entanto as perdas por descongelamento são superiores à média obtida nos três lotes.

Uma vez que o ponto isoelétrico da maioria das proteínas é 5.5, e visto que ocorreu a descida do pH para valores muito próximos deste, as forças electroestáticas repulsivas entre filamentos foram diminuídas o que pode ter conduzido ao aumento das perdas por exsudação verificado neste ensaio.

## **4.5. Presunto**

Tradicionalmente o presunto é curado com vinho branco (Grupo A), no entanto neste ensaio, tentou-se alterar o processamento com substituição de vinho branco por vinho tinto e reduzindo o teor de sal (Grupo B), num processamento inovador. Os dados observados encontram-se dispostos no quadro 4.7. Na grande maioria dos parâmetros em estudo, não se verificaram diferenças significativas entre processamentos, salvo raras exceções.

### **4.5.1. Parâmetros físico-químicos**

#### **pH**

O pH dos presuntos foi analisado cerca de 15-16 meses após início do processamento dos mesmos, com valores próximos de 5.86 para os presuntos do grupo A e 5.89 para os presuntos do grupo B, sem diferenças significativas entre processamentos. Segundo o Caderno de Especificações do Presunto da raça Bísara, os valores podem variar entre 5.49 e 6.39, encontrando-se os valores obtidos no ensaio, dentro do intervalo.

Barbosa (2017), em presuntos de raça Bísara processados de forma tradicional, obteve valores de pH ligeiramente inferiores aos do grupo A (na ordem dos 5.00), que podem ser justificados pelo tempo de cura superior a que se assistiu no estudo de Barbosa (2017). Ainda assim, os valores de pH encontram-se próximos dos descritos por Dias (2011), que refere valores entre 5.63 e 5.93 para presuntos com tempos de cura semelhantes.

#### **Humidade**

Os teores de humidade observados foram de 57.35% e 58.24% para os presuntos grupo A e B respetivamente, sem diferenças significativas entre processamentos.

**Quadro 4.7: Parâmetros de qualidade de presuntos Bísaros obtido através de dois processamentos.**

|                                   | <b>Grupo A</b><br>Média ± DP | <b>Grupo B</b><br>Média ± DP | <b>Sig</b> |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------|
| <b>Parâmetros físico-químicos</b> |                              |                              |            |
| pH                                | 5.86±0.07                    | 5.89±0.09                    | NS         |
| Humidade (%)                      | 57.35±3.03                   | 58.24±2.45                   | NS         |
| Proteína (%)                      | 30.90±1.27                   | 31.16±1.53                   | NS         |
| Gordura (%)                       | 4.09±1.61                    | 3.25±0.94                    | NS         |
| Cinza (%)                         | 8.67±0.62                    | 8.48±0.53                    | NS         |
| NaCl (%)                          | 7.79±0.66                    | 7.30±0.54                    | 0.017      |
| TBARS (mg MDA/kg)                 | 0.82±0.24                    | 0.55±0.14                    | 0.001      |
| Atividade da água                 | 0.86±0.01                    | 0.82±0.04                    | 0.017      |
| <b>Parâmetros colorimétricos</b>  |                              |                              |            |
| L*                                | 38.40±1.74                   | 38.00±1.82                   | NS         |
| a*                                | 9.32±1.44                    | 10.94±0.83                   | 0.001      |
| b*                                | 7.79±0.96                    | 7.59±1.05                    | NS         |
| C*                                | 12.21±1.18                   | 13.34±0.94                   | 0.009      |
| h°                                | 40.66±6.03                   | 34.67±4.04                   | 0.005      |
| <b>Parâmetros de textura</b>      |                              |                              |            |
| Dureza (kg)                       | 7.83±2.87                    | 6.90±2.15                    | NS         |
| Elasticidade (mm)                 | 0.65±0.06                    | 0.66±0.06                    | NS         |
| Coesividade                       | 0.56±0.05                    | 0.59±0.04                    | NS         |
| Gomosidade (kg)                   | 4.47±1.87                    | 4.06±1.37                    | NS         |
| Mastigabilidade (kg/mm)           | 2.97±1.41                    | 2.75±1.09                    | NS         |

Estes valores enquadram-se no descrito por Badalo (2011), que refere valores de humidade entre 51.37 e 64.47%, e Dias (2011) que menciona valores de 58.73%, respeitando também a imposição mínima do Caderno de Especificações do Presunto da raça Bísara que estabelece como limite mínimo 44.59%.



### Proteína

A quantidade de proteína verificada neste ensaio para os dois tipos de processamento também não evidenciou diferenças significativas entre processamentos, com valores de 30.90% para os presuntos processados com vinho branco, e 31.16% para os processados com vinho tinto e teor reduzido de sal.

Efetivamente as proteínas da carne de porco representam a fração mais importante constituindo cerca de 30% do produto curado e de acordo com o Caderno de Especificações do Presunto da raça Bísara, os índices de proteína devem situar-se entre 20.92% e 35.50%, tal como se evidencia nos dois grupos em análise.

### Gordura

Neste ensaio não foram evidenciadas diferenças significativas entre processamentos com valores de 4.09% para os do grupo A e 3.25% para os do grupo B. Estes valores encontram-se próximos da média obtida por Dias (2011), 3.59%, sendo que valores muito inferiores influenciam propriedades organoléticas como a suculência, brilho, oleosidade, fibrosidade e dureza (Badalo, 2011).

### Cinza

Os valores de cinza obtidos neste ensaio foram de 8.67% para os presuntos sujeitos a processamento com vinho branco, e 8.48% para os presuntos de vinho tinto, sem diferenças significativas entre ambos. Badalo (2011) refere, para tempos de cura semelhantes, valores ligeiramente inferiores de 7.44%. Ainda assim, verifica-se uma boa percentagem de conteúdo mineral nas amostras analisadas.

### Cloretos

No que respeita aos valores de NaCl, foram observadas diferenças significativas entre lotes, com valores inferiores no grupo B (7.30%) face aos do grupo A (7.79%). De acordo com o Caderno de Especificações do presunto, os índices de NaCl que devem situar-se entre 5.19% e 11.22%, pelo que se verifica o cumprimento dos limites estabelecidos para estes presuntos. De referir que os presuntos do grupo B demonstram ter menores índices de NaCl, podendo representar uma produção alternativa mais saudável à produção tradicional de presuntos.

Para presunto de porcos Bísaros, Barbosa (2017) obteve valores de 6.3% de NaCl e Dias (2011) obteve valores de 5.71% de Cl, valores comparáveis aos obtidos no ensaio.

#### TBARS

No ensaio, os valores de TBARS apresentaram diferenças significativas entre processamentos ( $p < 0.01$ ). Para o primeiro grupo, A, foram observados valores de 0.82 mg MDA/kg e para o grupo B, foram verificados valores inferiores, 0.55 mg MDA/kg. Uma quantidade pequena de oxidação é necessária para obter o aroma característico em carnes curadas, no entanto, um excesso de oxidação pode levar a alterações no sabor, e conduzir ao aparecimento de cores amarelas. Teixeira *et al.*, (2018), para presunto de porcos Bísaros, obteve valores muito semelhantes (0.93 mg MDA/kg) aos obtidos no grupo A, com produções à base de vinho branco. Posto isto, neste parâmetro, como o grupo A obteve valores substancialmente superiores ao grupo B, o processamento tradicional apresenta maiores quantidades de produtos finais do processo de oxidação e decomposição de ácidos gordos polinsaturados, evidenciando as vantagens da produção inovadora.

#### Atividade da água

Os valores da atividade da água, tal como no parâmetro anterior, evidenciaram diferenças significativas entre lotes ( $p < 0.05$ ), com o presunto curado de forma tradicional a oferecer maior atividade da água, 0.86, enquanto os do grupo B, resultaram em valores de 0.82. Barbosa (2017) demonstrou que presunto da raça Bísara curados de forma tradicional, com vinho branco, resultaram em atividades de água de  $0.85 \pm 0.02$ . concordantes com as obtidas neste ensaio.

Sabe-se que atividades da água superiores, resultam em produtos mais suculentos e tenros, no entanto acresce um maior desenvolvimento microbiano, com repercussões não só ao nível da qualidade do produto, como também ao nível da segurança alimentar. De acordo com Feiner (2006) e o caderno de Especificações do presunto de porco Bísaro, uma atividade da água inferior a 0.900 assegura a qualidade e segurança microbiológica do produto. Uma vez que os dois processos conduziram ao cumprimento dos 0.900 anteriormente referidos, a produção de

presuntos “inovadores”, com menor atividade da água, pode ser uma alternativa para contornar o problema de desenvolvimento microbiano, permitindo o aumento do tempo de prateleira dos produtos (Pires *et al.*, 2018).

#### **4.5.2. Parâmetros colorimétricos**

Para a luminosidade ( $L^*$ ) pode observar-se que o presunto tradicional possui valores ligeiramente superiores (38.40) ao presunto inovador (38.00), ainda que não apresente diferença significativa. Já nos valores de  $a^*$ , registaram-se diferenças significativas nos dois tratamentos ( $p < 0.01$ ), com valores superiores no presunto do grupo B (10.94) por comparação aos presuntos do grupo A (9.32). De referir que de acordo com Costa *et al* (2008), o efeito causado pelo sal e pelos agentes nitrificantes, conduzem a maior concentração de pigmento  $a^*$ , no entanto o vinho tinto do processo inovador, acaba por condicionar o aparecimento mais acentuado da cor vermelha. A cor amarela,  $b^*$ , não apresentou diferenças significativas entre amostras com 7.79 para o grupo A e 7.59 para o B, no entanto o valor de  $C^*$  e  $h^\circ$  apresentaram mais uma vez diferenças significativas entre si com valores de  $C^*$  de 12.21 e 13.34 para grupo A e B respetivamente, e valores de  $h^\circ$  de 40.66 para grupo A e 34.67 para o grupo B. Uma vez que os valores de  $C^*$  e  $h^\circ$  são calculados com base nos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ , esta diferença significativa era espectável. O parâmetro  $C^*$  encontra-se relacionado com fatores *pre-mortem* e o parâmetro  $h^\circ$  com fatores *post-mortem* e diretamente relacionados com o estado químico e quantidades do pigmento resultante da oxidação da mioglobina. Barbosa (2017) para o mesmo músculo, obteve os valores próximos dos observados nos dois grupos embora ligeiramente superiores na maioria dos parâmetros, justificados por maiores tempos de cura dos presuntos no estudo referido anteriormente.

#### **4.5.3. Parâmetros de textura**

Nenhum dos parâmetros de textura evidenciou diferenças significativas entre processamentos. Entre grupos, os valores de dureza variaram entre 6.90 e 7.83 kg, de elasticidade entre 0.65 e 0.66 mm, de coesividade entre 0.56 e 0.59 e de gomosidade entre 4.06 e 4.47 kg/mm e mastigabilidade entre 2.75 e 2.97 kg/mm.

Um menor teor de humidade, conforme descrito por Badalo (2011), resulta em presuntos de maior dureza. Assim, como expectável, presuntos do grupo A com menos humidade, resultaram em presuntos de maior dureza. Pateiro *et al.*, (2015), para presuntos de porcos Celta obtiveram valores superiores de dureza (12.28 kg), justificados pelo maior tempo de cura e genótipo diferentes destes animais. No mesmo estudo, os valores de mastigabilidade foram também superiores aos obtidos no ensaio (5.17 kg/mm face a 2.75-2.97 kg/mm), demonstrando mais uma vez a maior tenrura e maciez dos presuntos deste ensaio. Lourenço (2009) evidencia valores semelhantes na elasticidade (0.69 mm por comparação aos 0.65-0.66 mm obtidos no ensaio), e coesividade (0.61 *versus* 0.56-0.59). Também Fialho (2018) obteve valores de coesividade muito próximos dos obtidos no ensaio (0.53) para animais da raça Bísara abatidos a pesos vivos de 150 kg.

## 5. CONCLUSÃO

Neste trabalho foram avaliados os efeitos que três formulações de dietas diferentes têm ao nível das repercussões na qualidade da carne e bem-estar animal.

Na gordura subcutânea, a maioria dos indicadores parecem estar concordantes com a bibliografia, sem diferenças significativas entre lotes. Nos músculos *Longissimus lumborum* e *Gluteus medius*, não foram evidenciadas diferenças significativas entre lotes. Uma justificação para a inexistência de diferenças significativas entre lote pode dever-se ao curto espaço de tempo a que os animais estiveram sujeitos a condições diferentes pelo que a fase de acabamento deveria ter sido superior aos 168-204 dias. Por outro lado, verifica-se que a introdução de alimentos variados, como a batata e os germinados de cevada para substituir o concentrado, não afeta de todo os parâmetros da qualidade da carne. Neste sentido pode ser aplicada no futuro, o que vai de encontro de uma produção animal mais sustentável e de economia circular. O produtor, de acordo com a época do ano e tendo em conta os excedentes de alimentos pode alimentar os animais com alimentos mais económicos, que requerem menos gastos energéticos e de transporte.

Neste trabalho também se estudaram-se os efeitos que diferentes tipos de processamento têm ao nível da qualidade do presunto de porcos Bísaros. O processamento inovador, com vinho tinto e reduzido teor de sal demonstrou menores atividades de água e de NaCl, e menores índices de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, resultando em menor propensão à atividade microbiana, teores inferiores de subprodutos da peroxidação lipídica e quantidades inferiores de sal (NaCl), pelo que pode ser uma alternativa à produção convencional de presuntos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Aaslyng, M., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H., 2003. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Quality and Preference*. 14: 277-288.
- Adzitey, F., Nurul, H., 2011. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences – a mini-review. *International Food Research Journal*. 18: 11-20.
- Almeida, J., 2008. *Produção intensiva de suínos – Projeto de exploração*. Dissertação de mestrado. Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária. Lisboa: 27-40.
- Amorim, A., Gonçalves, A., Leite, A., Paulos, K., 2015. Características da Carcaça. *Porco Bísaro: Qualidade da Carcaça e da Carne*. 32-79. Quinta do Bísaro. Bragança. Portugal.
- ANCSUB, 2018. Associação Nacional de Criadores de Suínos da Raça Bísaro. *Raça Bísaro*. Disponível em: <http://www.porcobisaro.net/dados/racabisara.php>. Consultado em: fevereiro de 2018.
- Andrés, A., Cava, R., Ventanas, J., Ruiz, J., 2004. Sensory characteristics of Iberian ham: Influence of salt content and processing conditions. *Meat Science*. 68: 45-51.
- Apple, J., Kegley, C., Maxwell, J., Rakes, K., Galloway, D., Wistuba, T., 2005. Effects of dietary magnesium and short-duration transportation on stress response, postmortem muscle metabolism, and meat quality of finishing swine. *Journal of Animal Science*. 83: 1633-1645.
- Araújo, J., Cerqueira, J., Pires, P., Amorim, I., Durão, J., Cadavez, V., Santos Silva, J., Dominguez, R., Bermúdez, R., Lorenzo, J., 2018. Growth performance of Bísaro pigs in hoop barn and confinement housing systems. *Archivos de Zootecnia: Proceedings IX Simposio Internacional sobre el Cerdo Mediterráneo*. 31-35.

- Arede, M., 2016. Estudo da composição nutricional de presuntos e aplicação de embalagens ativas com extrato de alecrim para sua conservação. Dissertação de mestrado. Universidade de Coimbra. 50-66.
- Badalo, A., 2011. *Desenvolvimento de metodologias analíticas de presunto*. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Alimentar. Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa: 17-107.
- Barbosa, N., 2017. *Caracterização físico-química de Presuntos de Porcos da Raça Bísara com diferentes tempos de cura*. Dissertação de mestrado. Departamento de Tecnologias da Ciência Animal. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança. Bragança: 1-87.
- Batista, T., 2017. *Estudo da introdução de ingredientes naturais para redução do teor de sal em produtos cárneos*. Dissertação de mestrado. Instituto Superior de Agronomia. Universidade de Lisboa. Lisboa: 1-16.
- Brid, A., Silva, C., 2009. Qualidade da carne suína e fatores que influenciam. VI *Simpósio de Suinicultura*. Chapecó. 114-120
- Caderno de Especificações “Presunto de Vinhais ou Presunto Bísaro de Vinhais” – Indicação Geográfica Protegida. Ed. ANCSUB.
- Čandek-Potokar, M., Škrlep, M., 2012. Factors in pig production that impact the quality of dry-cured ham: a review. *Animal*. 6(2): 327-338.
- Carvalho, M., 2014. Produção agroecológica de suínos da raça Bisara. In *Propostas agroecológicas ao industrialismo. Recursos compartilhados e respostas coletivas*. Fernández. X., e Rodríguez. D. (Eds.). Grupo de Investigación en Economía Ecológica e Agroecología. Vigo. 3-15. ISBN: 978-84-617-2311-9.
- Carvalho, M., Oliveira, M., Azevedo, J., 2013. Efeito do sexo no perfil em ácidos gordos do músculo *Bíceps femoris* de suínos da raça Bísara. In *VII Congresso Mundial do Presunto*. Instituto Superior de Agronomia. Universidade de Lisboa. Ourique.
- Catela, J., 2013. *Comparação do perfil de ácidos gordos em carnes de suíno produzida com diferentes objetivos comerciais*. Dissertação de mestrado. Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa. Lisboa: 1-81.

- Channon, H., Payne, A., Warner, R., 2000. Halothane genotype. pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. *Meat Science*. 56: 291-299.
- Channon, H., Payne, A., Warner, R., 2002. Comparison of CO<sub>2</sub> stunning whit manual electrical stunning (50 Hz) of pigs on carcass and meat quality. *Meat Science*. 60: 63-68.
- Christensen, L., 2012. *Evaluation of textural properties of cooked beef batters*. Master thesis. Faculty of California Polytechnic State University San Luis Obispo. United States of America. 10-13.
- Colomer-Rocher, F., 1973. Exigencias de calidad en el canal. *Annales inia. Serie Producción Animal*. 4: 117-132.
- Costa, H., 2015. *Estudo Prévio Sobre a Carcaça de Suínos da Raça Bísara. de Peso Vivo de 10 a 65 Kg*. Dissertação de mestrado. Departamento de Tecnologia e Ciência Animal. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança. Bragança: 15-59.
- Costa, M., Filho, W., Silveira, E., Felício, P., 2008. Colour and texture profiles of boneless reestructured dry-cured hams compared to traditional hams. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 65: 169-173.
- Costa, J., Oliveira, O., 2000. Optimisation de la production du porc Alentejano destine à la transformation en produits secs traditionnels de haute qualité – Evaluation des performances productives dans des conditions expérimentals. *Options Méditerranéennes. Série A. Seminaires Méditerranéens*. 41: 137-146.
- Da Cruz, C., 2013. *Estudo do Longissimus lumborum e biceps femoris de cordeiros alimentados com diferentes componentes da algaroba*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.
- Decker, E., Warner, K., Richards, M., Shahidi, F., 2005. Measuring Antioxidant Effectiveness in Food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 4303-4310.
- Dias, I., 2011. *Estudo da substituição parcial do cloreto de sódio por cloreto de potássio em presunto*. Dissertação de mestrado. Departamento de Sistemas



- de Prevenção e Controlo Alimentar. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Santarém. Santarém: 22-256.
- Dokmanovic, M., Baltic, M., Duric, J., Ivanovic, J., Popovic, L., Todorovic, M., Markovic, R., Pantic, S., 2015. Correlations among Stress Parameters. Meat and Carcass Quality Parameters in Pigs. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 28. 3: 435-441.
- Edwards, S., 2003. Intake of nutrients from pasture by pigs. *Proceedings of the Nutrition Society*. 62 (2): 257-265.
- FAO, 2004. *Recursos Genéticos Animais em Portugal*. Food and Agriculture of the United Nations. Portugal. Disponível em: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1250e/annexes/CountryReports/Portugal.pdf>. Consultado em: fevereiro de 2018.
- FAO, 2018. *Prespectivas alimentarias: Resúmenes de mercado*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponível em: <http://www.fao.org/giews/reports/food-outlook/es/>. Consultado em: julho de 2018.
- Feiner, G., 2006. Meat Products Handbook : Pratical Science and Technology. 1ª edição. 435-487. eBook ISBN: 9781845691721
- Fernandes, A., Teixeira, A., 2015. Qualidade da Carcaça e da Carne. In *Porco Bísaro*. Fernandes. A., Teixeira. A (Eds). Bragança. 9-16. ISBN: 978-989-20-5796-5.
- Ferreira, P., 2017. *Avaliação do crescimento e da qualidade da carcaça e da carne de suínos Landrace x Large White submetidos a acabamento intensivo até elevado peso ao abate*. Dissertação de mestrado. Departamento de Produção e Tecnologia Alimentar. Escola Superior Agrária de Santarém. Instituto Politécnico de Santarém. Santarém: 18-51.
- Ferreira, T., 2008. *Produção de Suínos da raça Alentejana em sistema intensivo até ao final da pré-engorda*. Dissertação de mestrado. Departamento de Produção Animal. Faculdade de Medicina Veterinária. Faculdade de Medicina Veterinária. Lisboa: 12-28.
- Fialho, A., 2018. *Características físico-químicas de diferentes músculos e da gordura subcutânea dorsal em raças suínas autóctones portuguesas e seus*

- cruzamentos*. Dissertação de mestrado. Departamento de Tecnologia e Segurança Alimentar. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa: 37-49.
- Figueiredo, F., Santos Silva, J., Abreu, J., Pires, J., 2007. Influência do sistema de alimentação e alojamento (tradicional e “ar livre”) na performance de suínos Bísaros. In: Audiot, A., Casabianca, F., Monin, G., (eds). *Options Méditerranéennes: Série A*. Tarbes, France. 76: 95-104.
- Firmino, A., 2013. Empreendedorismo e inovação em pecuária biológica: a raça suína Bísara. *Grandes Problemáticas do Espaço Europeu*. Ed. Pina. H., Martins, F., Ferreira, C. Departamento de Geografia e Planeamento Regional. Universidade Nova de Lisboa. 128-135.
- Fischer, K., 2007. Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. *Journal Animal Breeding and Genetic*. 124 (1): 12-18.
- Franco, D., Vazquez, J., Lorenzo, J., 2013. Growth performance, carcass and meat quality of the Celta pig crossbred with Duroc and Landrace genotypes. *Meat Science* 96 (1): 195-202.
- Franco, D., Lorenzo, J., 2013. Effect of gender (barrows vs. females) on carcass traits and meat quality of Celta pig reared outdoors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93 (4).
- Freitas, A., Almeida, J., Abreu, M., 2000. Influence de l'alimentation avec triticales et foin de Luzerne pendant la période de pré finition de porc Alentejanos sur la composition tissulaire des carcasses au début et à la fin de la finition en “Montanheira”. *Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéennes*. 41: 155-158.
- Freitas, A., Neves, J., Lança, M., Charneca, R., Tirapicos, N., 2007. Influence of the feeding level on growth and carcass characteristics of Alentejano pigs. *Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens*. 76: 105-108.
- Gilles, G., 2009. Dry cured ham quality as related to lipid quality of raw material and lipid changes during processing: a review. *Grasas y Aceites*. 60 (3): 297-307.
- Goulart, J., 2013. *Avaliação nutricional e organolética de carne proveniente de suínos sujeitos a diferentes dietas: Resultados Preliminares*. Dissertação de

- mestrado. Departamento de Tecnologia e Segurança Alimentar. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa: 20-81.
- Guicho, E., 2016. *Valorização das raças autóctones*. Dissertação de mestrado. Departamento de Biologia. Universidade de Aveiro. Aveiro: 23-25.
- Grave, M., 2015. Características da carcaça em suínos da raça Alentejana e cruzados Large White x Landrace terminados em montanha. Dissertação de mestrado. Universidade de Lisboa. 84-89.
- Hambrecht, E., Eissen, J., Nooijent, R., Ducro, B., Smits, C., Hartog, L., Verstegen, M., 2004. Preslaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plants. *Journal of Animal Science*. 82:1401-1409.
- Hansen, L., Claudi-Magnussen, C., Jensen, S., Andersen, H., 2006. Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. *Meat Science*. 74: 605-615.
- Hernández, E., 2013. *Emancipação e dominação de pequenos produtores agrícolas: Contribuições para uma análise do caso Português*. Dissertação de mestrado. Departamento de Intervenção Social. Inovação e Empreendedorismo da Faculdade de Economia e Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação. Coimbra. 6-25.
- Huidobro, F., Miguel, E., Blázquez, B., Onega, E., 2005. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Science*. 69 (3): 527-536.
- Huff-Lonergan, E., Baas, T., Malek, M., Dekkers, J., 2002. Correlations among selected pork quality traits. *Journal of Animal Science*. 80: 617-627.
- Huff-Lonergan, E., Lonergan, S., 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*. 71: 194-204.
- Hughes, J., Oiseth, S., Purslow, P., Warner, R., 2014. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. *Meat Science*. 98: 520-532.

- Hunt, M., King, D., 2012. Meat Color Measurement Guidelines. In American Meat Science Association. Champaign. Estados Unidos da América. 800-517-2672.
- INE, 2017. Consumo humano de carne *per capita* (kg/hab.) por tipo de carne. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa. Disponível em: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorCod=0000211&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorCod=0000211&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt). Consultado em: março de 2018.
- Irgang, R., 1998. Limites Fisiológicos do Melhoramento Genético de Suínos. In *XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia – Simpósios*. Brasília. 355-369.
- James, S., 1999. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives. 1<sup>st</sup> Supplement of the 7<sup>th</sup> edition. ISBN0632033371.
- Janiszewski, P., Grzeskowiak, E., Lisiak, D., Borys, B., 2016. The influence of thermal processing on the fatty acid profile of pork and lamb meat fed diet with increased levels of unsaturated fatty acids. *Meat Science*. 111: 161-167.
- Jennen, D., Brings, A., Liu, G., Jungst, H., Tholen, E., Jonas, E., Tesfaye, D., Schellander, K., Phatsara, C., 2007. Genetic aspects concerning drip loss and water-holding capacity of porcine meat. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 124 (1): 2-11.
- Karlović, S., Ježek, D., Blažić, M., Tripalo, B., Brnčić, M., Bosiljkov, T., Šimunek, M., 2009. Influence of refrigeration and ageing time on textural characteristics of fresh meat. *Croatian Journal of Food Science and Technology*. 1 (2): 1-6.
- Keenan, D., 2016. Pork Meat Quality. Production and Processing on. In: Caballero. B., Finglas. P., Toldrá. F., (Eds). *Encyclopedia of Food and Health*. Oxford. United Kingdom: 419-431.
- Kellner, T., 2014. *Impact of dietary fat intake on carcass iodine value and pork fat quality*. Master thesis. Department of Animal Science. Iowa State University. Iowa. 19-31.
- Kerr, B., Kellner, T., Shurson, G., 2015. Characteristics of lipids and their feeding value in swine diets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 6-30.

- Kim, D., Seong, P., Cho, S., Kim, J., 2009. Fatty acid composition and meat quality traits of organically reared Korean native black pigs. *Meat Science*. 120: 96-102.
- König, H., Georg, H., Bragulla, H., 2007. *Veterinary anatomy of domestic mammals: Textbook and Colour Atlas*. (3): 130-132.
- Kyriazakis, K., 1979. Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of beef. *Meat Science*. 3 (1): 1-10.
- Kyriazakis, I., Whittemore, C., 2006. Whittemore's Science and Practice of Pig Production (3<sup>a</sup> ed.). Oxford: Blackwell Publishing. 681-685.
- Laack, H., Smulders, F., 1991. The combined effects of skinning and hot boning on meat quality. *Fleischwirtschaft*. 71: 303-306.
- Lawson, M., 2004. The role of integrin degradation in *post mortem* drip loss in pork. *Meat Science*. 68: 559-566.
- Lebret, B., Faure, J., 2015. La viande et les produits du porc: comment satisfaire des attentes qualitatives variées. *INRA Productions Animales*. 28 (2). 111-114.
- Lee, S., Norman, J., Gunasekaran, S., Laack, R., 2000. Use of electrical conductivity to predict water-holding capacity in post-rigor pork. *Meat Science*. 55: 385-389.
- Leite, A., Oliveira, A., Amorim, A., Gonçalves, A., Paulos, K., Pereira, E., Rodrigues, S., Teixeira, A., 2015. Qualidade da carne. In *Porco Bísaro: Qualidade da Carcaça e da Carne*. Fernandes, A., Teixeira, A (eds). Quinta do Bísaro, Bragança. 81-96.
- Leygonie, C., Britz, T., Hoffman, L., 2012. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. *Meat Science*. 91: 93-98.
- Li, C., Liu, D., Zhou, G., Xu, X., Qi, J., Shi, P., Xia, T., 2012. Meat quality and cooking attributes of thawed pork with different low field NMRT<sub>21</sub>. *Meat Science*. 92 (2): 79-83.
- Lo Fiego, D., Minelli, G., Volpelli, L., Ulrici, A., Macchioni, P., 2016. Calculating the iodine value for Italian heavy pig subcutaneous adipose tissue from fatty acid methyl ester profiles. *Meat Science*. 122: 132-138.

- Lorenzo, J., Franco, D., 2012. Fat effect on physico-chemical, microbial and textural changes through the manufactured of dry-cured foal sausage lipolysis, proteolysis and sensory properties. *Meat Science* 92 (4): 704-714.
- Lourenço, M., 2009. *Efeito da raça e do sexo na qualidade físico-química e sensorial da carne de porco*. Dissertação de mestrado. Departamento de Tecnologias Animais. Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança. Bragança: 14-30.
- Machado, O., Fontes, D., Ferreira, J., Corrêa, G., 2008. Performance and meat quality of swine fed on creatine and magnesium supplemented diets during the pre-slaughter period. *Brazilian Journal of Food Technology*. 11 (3): 211-220.
- Madeira, M., Costa, P., Alfaia, C., Lopes, P., Bessa, R., Lemos, J., Prates, J., 2013. The increased intramuscular fat promoted by dietary lysine restriction in lean but not in fatty pig genotypes improves pork sensory attributes. *Journal of Animal Science*. 91: 2177-2187.
- Maganhini, M., Mariano, B., Soares, A., Guarnieri, P., 2007. Meats PSE (Pale, Soft, Exudative) and DFD (Dark. Firm. Dry) of an industrial slaughterline for swine loin. *Ciência e Tecnologia Alimentar*. 27: 69-72.
- Magnoli, D., Pimentel, I., 2006. *A importância da carne suína na nutrição humana*. São Paulo. UNIFEST. 2-3.
- Maia, A., 2013. *Identificação dos perigos microbiológicos associados à produção de maranhos*. Dissertação de mestrado. Departamento de Segurança Alimentar e Saúde Pública. Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz. Almada: 78-103.
- Martins, J., Neves, J., Freitas, A., Tirapicos, J., 2012. Effect of long-term betaine supplementation on chemical and physical characteristics of three muscles from the Alentejano pig. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 92: 2122-2127.
- Martins, J., Neves, J., Freitas, A., Tirapicos, J., 2015. Rearing system and oleic acid supplementation effect on carcass and lipid characteristics of two muscles from na obese pig breed. *Animal*. 9: 1721-1730.

- Monin, G., 2000. Influence des facteurs de production sur les qualités technologiques et sensorielles des viandes de porc. Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens. 41: 167-179.
- Monteiro, J., 2007. *Desempenho, composição da carcaça e características de qualidade da carne de suínos de diferentes genótipos*. Tese de doutoramento. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal: 22-32.
- Moura, J., Medeiros, F., Alves, M., Batista, A., 2015. Fatores Influenciadores na Qualidade da Carne Suína. *Revista Científica de Produção Animal*. 17. 1: 18-29.
- Muriel, E., Czarrascal, J., Ventanas, J., Petró, M., 2004. Meat quality characteristics in different lines of Iberian pigs. *Meat Science*, 67: 299-307.
- Neves, J., Carneca, R., Martins, J., Freitas, A., 2003. Effect of slaughter weight on carcass quality traits of Alentejano pig breed. In: *Proceedings of the 49<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology*. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo. Brasil. 343-344.
- Nollet, L., Toldrá, F., 2009. Sensory Aspects of Cooked Meats. In: *Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis*. (1<sup>st</sup> Ed.) Boca Raton. 493-554.
- Norma Portuguesa (NP) 1612, 1979. Carne e produtos cárneos Determinação do teor de azoto total – Método de referência. Instituto Português da Qualidade.
- Norma Portuguesa (NP) 1613, 1979. Carne e produtos cárneos Determinação do teor de matéria gorda total – Método de referência. Instituto Português da Qualidade.
- Norma Portuguesa (NP) 1614, 1979. Carne e produtos cárneos Determinação do teor de humidade – Método de referência. Instituto Português da Qualidade.
- Norma Portuguesa (NP) 1615, 1979. Carne e produtos cárneos Determinação do teor de cinza – Método de referência. Instituto Português da Qualidade.
- Offer, G., Knight, P., 1988. The structural basis of water-holding in meat. Part 2: Drip losses. In: Lawrie, R. (Ed.). *Developments in Meat Science*. Elsevier Applied Science. London. 172-243.
- Oliveira, A., 2012. Alentejo pig breed nipple (*Sus ibericus*) preliminar scientific notula (I). In E. J. De Pedro & A. B. Cabezas (Eds.). *7<sup>th</sup> International*

- Symposium on the Mediterranean Pig. Options Méditerranéennes: Série A. CIHEAM. Zaragoza.* 101. 93-96.
- Oliveira, J., Silva, U., Pastore, V., Azevedo, E., Campos, G., Silva, F., Raghianti, F., Martins, O., 2017. Determinação espectrofotométrica de nitrito em produtos cárneos embutidos. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal.* 11 (1): 19-31.
- ONU, 2017. *ONU News: Perspetiva Global e Reportagens Humanas.* Organização das Nações Unidas.
- Oslen, E., Baustad, C., Egeland, B., Rukke, E., Isaksson, T., 2010. Long-term stability of a Raman instrument determining iodine value in pork adipose tissue. *Meat Science.* 85 (1): 1-6.
- Osório, J., Osório, M., Sañudo, C., 2009. Características sensoriais da carne ovina. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 38: 292-300.
- Ourique, J., 1990. Características físico-químicas e organoléticas e suas relações na avaliação de qualidade de carne suína. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.* 19 (2): 118-125.
- Papastergiadis, A., Mubiru, E., Van Langenhove, H., De Meulenaer, B., 2012. Malondialdehyde Measurement in Oxidized Foods: Evaluation of the Spectrophotometric Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) Test in Various Foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 60: 9589-9594.
- Paredi, G., Raboni, S., Bendixen, E., Almeida, A., Mozzarelli, A., 2012. "Muscle to meat" molecular events and technological transformations: The proteomics insight. *Journal of Proteomics.* 75 (14). 4275-4289.
- Park, S., SS, Y., Uh, J., Eun, J., Lee, H., Kim, Y., Chin, K., 2007. Evaluation of lipid oxidation and oxidative products as affected by pork meat cut, packaging method, and storage time during frozen storage. *Journal of Food Science.* 72 (2): 114-119.
- Pateiro, M., Franco, D., Carril, J., Lorenzo, J., 2015. Changes on physico-chemical properties, lipid oxidation and volatile compounds during the manufacture of celta dry-cured loin. *Journal Food Science Technology.* 52 (8). 4808-4818.
- Peinado, B., Poto, A., Gil, F., López, G., 2004. Characteristics of the carcass and meat of the Chato Murciano pig. *Livestock Production Science.* 90: 285-292.



- Pires, P. *et al.*, 2018. Effect of two diferente rearing systems on textural traits, color parameter and oxidative status of meat from Bísaro pig. *Revista Portuguesa de Zootecnia*. 20º Congresso Nacional de Zootecnia. 574-581.
- Projeto Agro 254, 2007. Produção de suínos ao ar livre – unidades de demonstração. [internet]. Disponível em: <http://bit.ly/2OUhStU>.
- Raimundo, A., 2017. Análise das categorias da qualidade da carne suína num matadouro. *Revista das Ciências Agrárias*. 40: 365-377.
- Ramos, E., Miranda, L., 2017. Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologias. 343-349. ISBN: 9788572695497.
- Regulamento nº 2810/95 da Comunidade Europeia. Jornal Oficial das Comunidades Europeias
- Regulamento n.º 854/2004 – Jornal Oficial da União Europeia, N.º 139 de 30 de Abril de 2004. Comissão das Comunidades Europeias, 195.
- Resurreccion, A., 2003. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science*. 66: 11-20.
- Ribeiro, G., Farinha, N., Santos, R., Neves, J., 2007. Efeito de três alimentos diferentes sobre as características físico-químicas do músculo *Longissimus dorsi* do porco da raça Alentejana. *Revista de Ciências Agrárias*. 31: 375-384.
- Roque, A., 2017. Avaliação do crescimento de suínos de raça alentejana submetidos a acabamento intensivo até elevado peso de abate. Dissertação de mestrado. Instituto Politécnico de Santarém. Escola Superior Agrária.
- Rosenvold, K., Andersen, H., 2003. Factors of significance for pork quality – a review. *Meat Science*. 64: 219-237.
- Ruivo, L., 2017. *Produção de Suínos em Regime Intensivo e Gestão dos seus Efluentes*. Dissertação de mestrado. Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa. Lisboa. 39-97.
- Ruiz, J., García, C., Muriel, E., Andrés, A., Ventanas, J., 2002. Influence of sensory characteristics on the acceptability of dry-cured ham. *Meat Science*. 61: 347-354.
- Santos, R., Ribeiro, M., Farinha, N., Barradas, A., Neves, J., Bento, P., 2008. Estudo da influência de diferentes alimentos sobre características

- quantitativas e qualitativas da gordura em porcos da raça Alentejana. *Revista de Ciências Agrárias*. 31: 5-16.
- Schäfer, A., Rosenvold, K., Purslow, P., Andersen, H., 2002. Physiological and structural events *post mortem* of importance for drip loss in pork. *Meat Science*. 61: 355-366.
- Schinckel, A., Einstein, M., Jungst, S., Booher, C., Newman, S., 2010. Evaluation of the Impact of Pig Birth Weight on Grow-Finish Performance. Backfat Depht. and Loin Depht. *The Professional Animal Scientist*. 26: 51-69.
- Silva, J., Bernardo, A., Pires da Costa, J., 2000. Genetic characterization and inventory of the Bísaro pig through visible effect genes. Their utilization in the genotypic comparison between populations and in the establishing of nucleus for in vivo genetic conservation. Almeida. J., Tirapicos. N (eds.). *Tradition and innovation in Mediterranean pig production*. Zaragoza. 39-51.
- Silva, J., Araújo, J., Cerqueira, J., Pires, P., Alves, C., Batorek-Lukač, N., 2000. Conservation and development of the Bísaro pig. Characterization and zootechnical evaluation of the breed for production and genetic management. In: Wenk. C., Fernandez. J., Dupuis. M. editors. *Quality of Meat and Fat in Pigs Affected by Genetics and Nutrition*. Proceedings of the Joint Session of the EAAP Commissions on Pig Production. Animal Genetics and Animal Nutrition. Zurique. Suíça. 85-92.
- Silva, J., Enes, M., Figueiredo, F., Costa, J., Abreu, J., 2004. Grass utilization in growing finishing Bísaro pigs (85-107 kg): performance and carcass composition. Casabianca F., Monin G. (eds.). *5. International Symposium on the Mediterranean Pig*. Zaragoza. 76: 143-149
- Silva, J., 2005. O porco Bísaro. Avaliação da raça e estratégias de desenvolvimento. Projeto conservación recuperacion e mejora de los recursos de las especies pecuarias da zona transfronteriza (INTERREG III-A CRMZ). In: *Proceedings of Encontro de raças autóctones Galaico-Portuguesas*. Ourense, Galiza, Espanha.
- Silva, J., 2006. Progesterona fecal como indicador de eficiência reprodutiva em porcas primíparas Bísaras e Large White. Dissertação de mestrado.

Universidade Técnica de Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa, Portugal.

- Silva, J., Enes, M., Figueiredo, F., Costa, J., Abreu, J., 2007. Grass utilization in growing finishing Bísaro pigs (85-107 kg): Performance and carcass composition. In: Audiot, A., Casabianca, F., Monin, G., (eds.). *Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens*. Tarbes, France. 143-149.
- Silva, J., 2012. Production systems and sustainable management of pigs in the Mediterranean region. In E. J. De Pedro A. B. Cabezas (Eds.). *7th International Symposium on the Mediterranean Pig. Options Méditerranéennes: Série A*. 101. 99-107: CIHEAM. Zaragoza
- Silva, J., Tirapicos, J., 2013. Inventory and characterization of traditional mediterranean pig production systems. Advantages and constraints towards its development. *Acta Agriculturae Slovenica*. 4: 61-67.
- Silva, J., Araújo, J., Cerqueira, J., Pires, P., Alves, C., Batorek-Lukač, N., 2019. Bísaro Pig. European Local Pig Breeds – Diversity and Performance. A study of Project TREASURE. 1-14.
- Silveira, E., 1997. *Técnicas de abate e seus efeitos na qualidade da carne suína*. Tese de doutoramento. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 234-247.
- Skobák, E., Bodnár, K., 2012. The Main Chemical Composition Parameters of pork (review). *Agriculture and Rural Development*. 1 (2): 534-541
- Sobrinho, A., Purchas, R., Kadim, I., Yamamoto, S., 2005. Características de Qualidade da Carne de Ovinos de Diferentes Genótipos e Idades ao Abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 3: 1070-1078.
- SPREGA, 2019. *Suíños*. Sociedade Portuguesa de Recursos Genéticos Animais. Santarém. Disponível em: <http://www.sprega.com.pt/conteudo.php?idesp=su%EDnos>. Consultado em: agosto de 2018.
- Squires, E., Bonneau, M., 2014. Boar taint: Biological causes and practical means to alleviate it. (2ª ed.) *Encyclopedia of Meat Sciences*. Massachusetts. Estados Unidos da América: Academic Press. 1: 1-7.

- Sundrum, A., Aragón, A., Stalljohann, G., 2011. Effects of feeding strategies, genotypes, sex and bird weight on carcass and meat quality traits under organic pig production conditions. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*. 58: 163-172.
- Tamargo, J., Rodríguez, A., Fernández, M., Merino, M., Reyes, M., Benito, J., Hidalgo, C., 2010. Programa de conservación del Gochu Astur Celta: creación de un banco de germoplasma. *VII Congresso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales*. Sociedad Española de Recursos Genéticos Animales (SERGA). Gijón.
- Teixeira, A., 2010. Autenticidade de carne e de produtos cárneos. In Curso Autenticidade de Produtos Alimentares – Resumo das Comunicações. Escola Superior Agraria de Bragança.
- Teixeira, A., Rodrigues, S., 2015. *Porco Bísaro – Qualidade da Carcaça e da Carne*. Quinta do Bísaro Alberto João Afonso Fernandes, Bragança. 82-96. ISBN: 978-989-20-5796-5.
- Teixeira, A., Rodrigues, S., 2017. BISIPORC – Produção extensiva de porcos da raça Bísara em dois sistemas alternativos: engorda com concentrado vs castanha. Resultados preliminares de características das carcaças e da carne. *Revista de Ciências Agrárias*. 40: 359-364.
- Teixeira, A., Pereira, E., Barbosa, N., Rodrigues, S., 2018. Efeito do tempo de cura nas características físico-químicas de presunto Bísaro. *Revista Portuguesa de Zootecnia*. Ano III, nº 1. ISSN: 0872-7098.
- Temperan, S., Lorenzo, J., Castiñeiras, B., Franco, I., Carballo, J., 2014. Carcass and meat quality traits of Celta heavy pigs. Effect of the inclusion of chestnuts in the finishing diet. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 12. 3: 694-707. ISSN: 1695-971X.
- Tibério, L., Francisco, D., 2012. Agri-food traditional products: from certification to the market – Portuguese recent evolution. *Regional Science Inquiry Journal*. 4 (2): 57-86.
- Tirapicos, N., Paiva, J., Gomes, C., Freitas, A., Almeida, J., 2000. Effects of diets during growth and their repercussion on the quantitative and qualitative

- characteristics of carcass. *Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens*. 41: 159-163.
- Toldrá, F., 2002. Manufacturing of dry-cured ham. In: *Dry-cured meat products*. Food and Nutrition Press. Inc. Valencia. ISBN: 0-917678-54-0.
- Toldrá, F., 2004. Dry-cured meat products. In: *Food Science and Nutrition*. ISBN 0917678540. 219-259.
- Válková, V., Saláková, A., Buchtová, H., Tremlová, B., 2007. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. *Meat Science*. 77: 608-615.
- Van de Perre, V., Permentier, L., De Brie, S., Verbeke, G., Geers, R., 2010. Effect of unloading, lairage, pig handling, stunning and season on pH of pork. *Meat Science*. 86: 931-937.
- Vermeulen, L., Van de Perre, V., Permentier, L., De Bie, S., 2015. Pre-slaughter handling and pork quality. *Meat Science*. 100: 118-123.
- Vermeulen, L., Van de Perre, V., Permentier, L., De Bie, S., Verbeke, G., Geers, R., 2016. Pre-slaughter sound levels and pre-slaughter handling from loading at the farm till slaughter influence pork quality. *Meat Science*. 116: 86-90.
- Vossen, E., Raes, K., Mullem, D., Smet, S., 2017. Production of docosahexaenoic acid (DHA) enriched loin and dry cured ham from pigs fed algae: Nutritional and sensory quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 119: 1600144.
- Warriss, P., 1994. *Ante-mortem* handling of pigs. In: *Principles of pig science*. Eds. Cole, D., Wiseman, J., Varley, M., Nottingham University Press. Loughborough. 425-432. ISBN: 1897676220.
- Whittemore, C., Kyriazakis, I., 2006. Pig meat and carcass quality. In: *Whittemore's Science and Practice of Pig Production*. Blackwell Publishing. Third Edition: 32-61. ISBN-10: 1-4051-2448-2.
- Williams, P., 2007. Nutritional composition of red meat. *Nutrition & Dietetics*. University of Wollongong Australia. 64: 113-119.
- Wood, J., Enser, M., Fisher, A., Nute, G., Sheard, P., Richardson, R., Hughes, S., Whittington, F., 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*. 78 (4): 343-358.

Zeb, A., Ullah, F., 2016. A Simple Spectrophotometric Method for the Determination of Thiobarbituric Acid Reactive Substances. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 1-6.

ANEXOS

## ANEXO I

(Dados morfológicos na fase de crescimento e acabamento dos porcos Bísaros envolvidos no ensaio)



Pesos vivos e idades das fases de produção dos porcos Bísaros envolvidos no ensaio.

| Lote | Sexo        | Codificação animal | PV início ensaio | Idade início ensaio | PV final fase crescimento | Idade final fase crescimento | PV final fase acabamento | Idade final fase acabamento |
|------|-------------|--------------------|------------------|---------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1-3  | Macho/fêmea | (campo)            | (kg)             | (dias)              | (kg)                      | (dias)                       | (kg)                     | (dias)                      |
| 1    | Macho       | 1M1                | 26.90            | 99                  | 91.80                     | 197                          | 126.40                   | 274                         |
| 1    | Macho       | 1M2                | 29.85            | 100                 | 93.70                     | 198                          | 129.15                   | 275                         |
| 1    | Macho       | 1M3                | 31.30            | 101                 | 94.95                     | 199                          | 124.80                   | 276                         |
| 1    | Macho       | 1M4                | 27.70            | 102                 | 87.30                     | 200                          | 124.20                   | 277                         |
| 1    | Macho       | 1M5                | 27.50            | 103                 | 81.00                     | 201                          | 119.15                   | 307                         |
| 1    | Fêmea       | 1F1                | 28.00            | 100                 | 82.70                     | 198                          | 129.00                   | 304                         |
| 1    | Fêmea       | 1F2                | 20.95            | 101                 | 59.15                     | 199                          | 86.55                    | 305                         |
| 1    | Fêmea       | 1F3                | 22.05            | 99                  | 71.75                     | 197                          | 112.20                   | 303                         |
| 1    | Fêmea       | 1F4                | 24.40            | 99                  | 72.20                     | 197                          | 107.25                   | 303                         |
| 1    | Fêmea       | 1F5                | 19.15            | 91                  | 70.50                     | 189                          | 100.90                   | 295                         |
| 2    | Macho       | 2M1                | 29.10            | 99                  | 86.25                     | 197                          | 122.15                   | 274                         |
| 2    | Macho       | 2M2                | 27.25            | 102                 | 87.70                     | 200                          | 121.20                   | 277                         |
| 2    | Macho       | 2M3                | 27.40            | 99                  | 85.45                     | 197                          | 138.30                   | 303                         |
| 2    | Macho       | 2M4                | 23.35            | 91                  | 79.00                     | 189                          | 130.70                   | 295                         |
| 2    | Macho       | 2M5                | 16.90            | 81                  | 68.55                     | 179                          | 115.55                   | 285                         |
| 2    | Fêmea       | 2F1                | 25.30            | 99                  | 73.10                     | 197                          | 118.45                   | 274                         |
| 2    | Fêmea       | 2F2                | 26.80            | 103                 | 87.70                     | 201                          | 125.30                   | 278                         |
| 2    | Fêmea       | 2F3                | 21.55            | 100                 | 68.40                     | 198                          | 115.25                   | 304                         |
| 2    | Fêmea       | 2F4                | 27.80            | 101                 | 71.55                     | 199                          | 106.50                   | 305                         |
| 2    | Fêmea       | 2F5                | 25.50            | 102                 | 72.01                     | 200                          | 104.35                   | 306                         |
| 3    | Macho       | 3M1                | 34.70            | 101                 | 113.05                    | 201                          | 156.10                   | 271                         |
| 3    | Macho       | 3M2                | 25.60            | 103                 | 88.25                     | 199                          | 135.00                   | 269                         |
| 3    | Macho       | 3M3                | 19.70            | 102                 | 69.35                     | 200                          | 114.20                   | 277                         |
| 3    | Macho       | 3M4                | 22.45            | 102                 | 70.70                     | 200                          | 130.80                   | 306                         |
| 3    | Fêmea       | 3F1                | 25.45            | 99                  | 87.30                     | 197                          | 123.95                   | 267                         |
| 3    | Fêmea       | 3F2                | 33.85            | 103                 | 87.45                     | 201                          | 123.85                   | 271                         |
| 3    | Fêmea       | 3F3                | 28.65            | 100                 | 79.20                     | 198                          | 113.95                   | 275                         |
| 3    | Fêmea       | 3F4                | 25.25            | 100                 | 78.70                     | 198                          | 119.55                   | 304                         |

Duração das fases de produção e ganhos médios diários dos porcos Bísaros envolvidos no ensaio.

| Lote | Sexo            | Codificação<br>o animal | Duração<br>fase<br>crescimento | GMD fase<br>de<br>crescimento | Duração<br>fase<br>acabamento | GMD fase de<br>acabamento | Duração<br>total<br>ensaio |
|------|-----------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1-3  | Macho/<br>fêmea | (campo)                 | (dias)                         | (dias)                        | (dias)                        | (dias)                    | (dias)                     |
| 1    | Macho           | 1M1                     | 98                             | 0.662                         | 77                            | 0.449                     | 175                        |
| 1    | Macho           | 1M2                     | 98                             | 0.652                         | 77                            | 0.460                     | 175                        |
| 1    | Macho           | 1M3                     | 98                             | 0.649                         | 77                            | 0.388                     | 175                        |
| 1    | Macho           | 1M4                     | 98                             | 0.608                         | 77                            | 0.479                     | 175                        |
| 1    | Macho           | 1M5                     | 98                             | 0.546                         | 106                           | 0.363                     | 204                        |
| 1    | Fêmea           | 1F1                     | 98                             | 0.558                         | 106                           | 0.441                     | 204                        |
| 1    | Fêmea           | 1F2                     | 98                             | 0.390                         | 106                           | 0.261                     | 204                        |
| 1    | Fêmea           | 1F3                     | 98                             | 0.507                         | 106                           | 0.385                     | 204                        |
| 1    | Fêmea           | 1F4                     | 98                             | 0.488                         | 106                           | 0.334                     | 204                        |
| 1    | Fêmea           | 1F5                     | 98                             | 0.524                         | 106                           | 0.290                     | 204                        |
| 2    | Macho           | 2M1                     | 98                             | 0.583                         | 77                            | 0.466                     | 175                        |
| 2    | Macho           | 2M2                     | 98                             | 0.617                         | 77                            | 0.435                     | 175                        |
| 2    | Macho           | 2M3                     | 98                             | 0.592                         | 106                           | 0.503                     | 204                        |
| 2    | Macho           | 2M4                     | 98                             | 0.568                         | 106                           | 0.492                     | 204                        |
| 2    | Macho           | 2M5                     | 98                             | 0.527                         | 106                           | 0.448                     | 204                        |
| 2    | Fêmea           | 2F1                     | 98                             | 0.488                         | 77                            | 0.589                     | 175                        |
| 2    | Fêmea           | 2F2                     | 98                             | 0.621                         | 77                            | 0.488                     | 175                        |
| 2    | Fêmea           | 2F3                     | 98                             | 0.478                         | 106                           | 0.446                     | 204                        |
| 2    | Fêmea           | 2F4                     | 98                             | 0.446                         | 106                           | 0.333                     | 204                        |
| 2    | Fêmea           | 2F5                     | 98                             | 0.475                         | 106                           | 0.308                     | 204                        |
| 3    | Macho           | 3M1                     | 98                             | 0.799                         | 70                            | 0.615                     | 168                        |
| 3    | Macho           | 3M2                     | 98                             | 0.639                         | 70                            | 0.668                     | 168                        |
| 3    | Macho           | 3M3                     | 98                             | 0.507                         | 77                            | 0.582                     | 175                        |
| 3    | Macho           | 3M4                     | 98                             | 0.492                         | 106                           | 0.572                     | 204                        |
| 3    | Fêmea           | 3F1                     | 98                             | 0.631                         | 70                            | 0.524                     | 168                        |
| 3    | Fêmea           | 3F2                     | 98                             | 0.547                         | 70                            | 0.520                     | 168                        |
| 3    | Fêmea           | 3F3                     | 98                             | 0.516                         | 77                            | 0.451                     | 175                        |
| 3    | Fêmea           | 3F4                     | 98                             | 0.545                         | 106                           | 0.389                     | 204                        |

Rendimentos de carcaça e pesos adquiridos nas fases de produção dos porcos Bísaros envolvidos no ensaio.

| Lote | Sexo        | Codificação animal | Rendimento carcaça quente | Rendimento carcaça fria | Peso adquirido fase crescimento | Média peso adquirido fase crescimento | Peso adquirido fase acabamento | Média peso adquirido fase acabamento |
|------|-------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1-3  | Macho/fêmea | (campo)            | (%)                       | (%)                     | (kg)                            | (kg)                                  | (kg)                           | (kg)                                 |
| 1    | Macho       | 1M1                | 78.5                      | 77.1                    | 64.90                           | 54.7                                  | 34.6                           | 35.5                                 |
| 1    | Macho       | 1M2                | 78.5                      | 74.9                    | 63.85                           |                                       | 35.5                           |                                      |
| 1    | Macho       | 1M3                | 77.9                      | 76.4                    | 63.65                           |                                       | 29.9                           |                                      |
| 1    | Macho       | 1M4                | 78.3                      | 76.8                    | 59.60                           |                                       | 36.9                           |                                      |
| 1    | Macho       | 1M5                | 74.4                      | 71.5                    | 53.50                           |                                       | 38.2                           |                                      |
| 1    | Fêmea       | 1F1                | 74.4                      | 73.1                    | 54.70                           |                                       | 46.3                           |                                      |
| 1    | Fêmea       | 1F2                | 71.4                      | 70.1                    | 38.20                           |                                       | 27.4                           |                                      |
| 1    | Fêmea       | 1F3                | 74.8                      | 73.4                    | 49,70                           |                                       | 40,5                           |                                      |
| 1    | Fêmea       | 1F4                | 74.6                      | 73.2                    | 47,80                           |                                       | 35,1                           |                                      |
| 1    | Fêmea       | 1F5                | 73.7                      | 72.5                    | 51,35                           |                                       | 30,4                           |                                      |
| 2    | Macho       | 2M1                | 76.4                      | 74.9                    | 57,15                           | 52.9                                  | 35.9                           | 41.8                                 |
| 2    | Macho       | 2M2                | 75.6                      | 74.3                    | 60.45                           |                                       | 33.5                           |                                      |
| 2    | Macho       | 2M3                | 76.3                      | 75.1                    | 58.05                           |                                       | 52.9                           |                                      |
| 2    | Macho       | 2M4                | 75.5                      | 74.0                    | 55.65                           |                                       | 51.7                           |                                      |
| 2    | Macho       | 2M5                | 75.9                      | 74.7                    | 51.65                           |                                       | 47.0                           |                                      |
| 2    | Fêmea       | 2F1                | 78.4                      | 76.3                    | 47.80                           |                                       | 45.4                           |                                      |
| 2    | Fêmea       | 2F2                | 78.3                      | 76.8                    | 60.90                           |                                       | 37.6                           |                                      |
| 2    | Fêmea       | 2F3                | 73.7                      | 72.5                    | 46.85                           |                                       | 46.9                           |                                      |
| 2    | Fêmea       | 2F4                | 77.3                      | 76.1                    | 43.75                           |                                       | 35.0                           |                                      |
| 2    | Fêmea       | 2F5                | 76.8                      | 75.6                    | 46.51                           |                                       | 32.3                           |                                      |
| 3    | Macho       | 3M1                | 76.7                      | 74.6                    | 78.35                           | 57.3                                  | 43.1                           | 42.9                                 |
| 3    | Macho       | 3M2                | 79.0                      | 76.6                    | 62.65                           |                                       | 46.8                           |                                      |
| 3    | Macho       | 3M3                | 76.9                      | 75.6                    | 49.65                           |                                       | 44.9                           |                                      |
| 3    | Macho       | 3M4                | 75.7                      | 74.5                    | 48.25                           |                                       | 60.1                           |                                      |
| 3    | Fêmea       | 3F1                | 78.0                      | 76.6                    | 61.85                           |                                       | 36.7                           |                                      |
| 3    | Fêmea       | 3F2                | 78.1                      | 76.9                    | 53.60                           |                                       | 36.4                           |                                      |
| 3    | Fêmea       | 3F3                | 79.0                      | 77.5                    | 50.55                           |                                       | 34.8                           |                                      |
| 3    | Fêmea       | 3F4                | 75.8                      | 74.7                    | 53.45                           |                                       | 40.9                           |                                      |

## ANEXO II

(Dados referentes à alimentação na fase de crescimento e acabamento dos  
porcos Bísaros envolvidos no ensaio)

Composição em matéria seca, energia digestível e proteína bruta dos alimentos fornecidos aos porcos Bísaros

| <b>Alimento</b>       | <b>Matéria seca (%)</b> | <b>Energia digestível (MJ/kg)</b> | <b>Proteína bruta (g/kg)</b> |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Concentrado comercial | 90                      | 14.56                             | 167                          |
| Farinha de milho      | 87                      | 16.67                             | 97                           |
| Sementes germinados   | 11                      | 13.64                             | 209                          |
| Batata                | 22                      | 15.45                             | 82                           |

Composição em matéria seca, energia digestível e proteína bruta da alimentação diária fornecida aos porcos Bísaros nas duas fases de produção do ensaio.

| <b>Alimento</b>       | <b>Fase de crescimento</b>            |                                  | <b>Fase de acabamento</b>                       |   |  |   |  |   |
|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|---|--|---|--|---|
|                       | <b>Energia digestível (MJ/kg/dia)</b> | <b>Proteína bruta (g/kg/dia)</b> | <b>Lotes 1 - Energia digestível (MJ/kg/dia)</b> | <b>Lote 1 - Proteína bruta (g/kg/dia)</b> | <b>Lote 2 - Energia digestível (MJ/kg/dia)</b> | <b>Lote 2 - Proteína bruta (g/kg/dia)</b> | <b>Lote 3 - Energia digestível (MJ/kg/dia)</b> | <b>Lote 3 - Proteína bruta (g/kg/dia)</b> |
| Concentrado comercial | 19.66                                 | 225.45                           | 13.99   | 160.45                                    | 13.99  | 160.45                                    | 21.82  | 250.24                                    |
| Farinha de milho      | 3.73                                  | 21.68                            | 7.75  | 45.11                                     | 7.75   | 45.11                                     | 9.66   | 56.22                                     |
| Sementes germinados   | -                                     | -                                | 2.40  | 36.75                                     | -  | -   | -  | -   |
| Batata                | -                                     | -                                | -   | -   | 6.35   | 2.72                                      | -  | -   |
| Total                 | 23.38                                 | 247.13                           | 24.14   | 242.32                                    | 28.09  | 208.28                                    | 31.48  | 306.46                                    |